



Treball de Fi de Grau

GRAU D'ENGINYERIA INFORMÀTICA

**Facultat de Matemàtiques
Universitat de Barcelona**

**AVALUACIÓ AMB USUARIS REALS I MILLORES
AL JOC VIRTUALPC**

Francesc Lucio Subirachs

Directora: Inmaculada Rodríguez
Santiago

Realitzat a: Departament de Matemàtica
Aplicada i Anàlisi. UB.

Barcelona, 20 de juliol de 2014

Agraïments

En primer lloc voldria agrair l'oportunitat de fer aquest projecte a la directora d'aquest, Inmaculada Rodríguez Santiago així com també al personal docent i als estudiants de la facultat de Biblioteconomia i documentació per la seva activa col·laboració, implicació i suport en el procés de test del joc.

A més, agraïments al coordinador dels Projectes de Fi de Grau per a la seva implicació en l'àmbit de la gestió d'assignació dels treballs.

També voldria mostrar el meu agraïment al company David Gómez Casas per permetre l'accés i modificació del resultat del seu Projecte de Fi de Grau.

Resum

En els últims anys el món de l'ensenyament s'ha vist reforçat amb tots els avenços tecnològics que permeten millorar la comunicació i informació, fent que aquests materials puguin arribar a tothom que tingui motivació per aprendre.

En aquest marc tecnològic dedicat a la instrucció dels usuaris en un tema o camp concrets, trobem els jocs seriosos, que es desenvolupen per separat dels jocs clàssics per a proporcionar l'al·licient de l'educació o formació als usuaris que els utilitzen, a més de la diversió d'un joc clàssic.

Aquest projecte parteix del projecte Joc seriós per a l'Ensenyament de Fonaments D'informàtica, realitzat per un company d'aquest ensenyament David Gómez Casas. Concretament, aquest projecte està dirigit a l'anàlisi d'usabilitat i millora del joc seriós resultant d'aquest projecte anterior, el VirtualPC.

Aquest projecte està enfocat com a suport d'ensenyament per als alumnes de la facultat de Biblioteconomia i Documentació de la Universitat de Barcelona, on la directora d'aquest projecte, Inmaculada Rodríguez, imparteix classe d'una assignatura sobre les TIC, sent aquesta l'assignatura on seria introduït el joc, en perspectives del curs 2014-2015.

Per a la realització del projecte, a més, s'ha creat una aplicació web per tal de poder donar ajuda al professor de l'assignatura en la que serà utilitzat per tal de administrar els resultats dels seus alumnes.

Abstract

In the last years, the world of education has been strengthened with the latest technology to improve communication and information, making it possible for these materials to reach anyone who may have motivation to learn.

In this technological framework, dedicated to educate users on a particular point or field, we find serious games. Games, which are developed separately from classic games to provide incentive of education or training for the users to use them, in addition to the funny experience of a classic game.

This project starts from another Final Grade Project named “Joc seriós per a l’Ensenyament de Fonaments D’informàtica”, developed by a colleague of this grade, David Gómez Casas. Specifically, this project is addressed to analysing and improving the usability of a serious game as a result of the previous project, named VirtualPC.

This project is focused on supporting education for the students of the Faculty of “Biblioteconomia i Documentació” at the University of Barcelona, where the director of this project, Inamculada Rodriguez, teaches a course on TIC, this being the course in which the game would be introduced, in the academic year 2014-2015.

For the development of this project it has also been created a Web Application in order to help the teacher in the subject in which will used to manage the results of their students.

Índex de contingut

ÍNDEX DE CONTINGUT	9
ÍNDEX DE TAULES, DIAGRAMES I IMATGES	11
1 INTRODUCCIÓ.....	15
2 OBJECTIUS.....	17
3 ANTECEDENTS.....	18
3.1 TREBALLS PREVIS EN L'ANÀLISI D'USABILITAT EN JOCS SERIOSOS.....	18
3.2 SOFTWARE I TECNOLOGIES EMPRADES	21
3.2.1 Unity.....	21
3.2.2 SketchUp	22
3.2.3 Blender.....	22
3.2.4 Photoshop.....	23
3.2.5 eSpeak	23
3.2.6 XAMPP.....	23
3.2.7 QuickTime.....	23
3.2.8 Javascript.....	23
3.2.9 PHP	24
3.2.10 HTML i CSS.....	24
4 TEST D'USABILITAT	25
4.1 TESTS D'USABILITAT I JOCS SERIOSOS	25
4.1.1 Elements generals d'un test d'usuaris.....	26
4.1.2 El mètode SeGUE	27
4.1.3 Qüestionaris.....	27
4.2 PLANIFICACIÓ DEL TEST D'USABILITAT DEL JOC VIRTUALPC	28
4.2.1 Objectius del test	28
4.2.2 Consentiment i permisos.....	28
4.2.3 Usuaris i tasques.....	28
4.2.4 Disseny del qüestionari.....	29
4.2.5 Recollida de dades	30
4.2.6 Avaluació de les dades	31
4.2.7 Decisions i conclusions resultants.....	36
5 ANÀLISI.....	40
5.1 JOC: VIRTUALPC	40
5.1.1 Mecànica del Joc	40
5.1.2 Casos d'ús.....	41

5.2	APLICACIÓ WEB: VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	43
5.2.1	<i>Casos d'ús.....</i>	44
5.3	REQUISITS	49
6	DISSENY	50
6.1	DIAGRAMES DE SEQÜÈNCIA.....	50
6.2	DIAGRAMA DE CLASSES.....	51
6.3	INTERFÍCIE WEB.....	51
6.3.1	<i>Interfície d'usuari.....</i>	52
7	IMPLEMENTACIÓ I RESULTATS.....	54
7.1	VIRTUALPC.....	54
7.1.1	<i>Modelat dels objectes 3D</i>	55
7.1.2	<i>Modificacions del codi del nivell 3.....</i>	58
7.1.3	<i>Modificacions de la GUI.....</i>	61
7.1.4	<i>Altres modificacions del Joc.....</i>	64
7.1.5	<i>Àudio.....</i>	65
7.1.6	<i>Fitxers de preguntes i respostes</i>	65
7.2	APLICACIÓ WEB.....	66
8	CONCLUSIONS I TREBALL FUTUR.....	73
9	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	75
	APÈNDIX A. MANUAL TÈCNIC DEL JOC I DE L'APLICACIÓ WEB	77
	APÈNDIX B. MANUAL D'USUARI DEL JOC.....	85
	APÈNDIX C. MANUAL D'USUARI DE LA WEB.....	91
	APÈNDIX D. DOCUMENTS DEL TEST D'USABILITAT.....	97

Índex de taules, diagrames i imatges

TAULA 3-1 CATEGORIZACIÓ EN DOS DIMENSIONS DE LA FONT DE LA FALLADA DURANT EL TEST DEL MASTERMED	21
TAULA 4-1 PERFIL DELS USUARIS DE LES SESSIONS DE TEST	28
TAULA 4-2 PREGUNTES DEL QÜESTIONARI DE LA SESSIÓ DE TEST	31
TAULA 4-3 VALORACIÓ MITJA DE CADA QÜESTIÓ (Q) PER PARTICIPANT (P)	32
TAULA 4-4 ERRORS I PROBLEMES DELS PARTICIPANTS (P) SEGONS EL TIPUS D'ERROR.....	34
TAULA 4-5 TAULA DE PRIORITATS DELS ERROR I PROBLEMES D'USABILITAT	35
TAULA 4-6 PREGUNTES PLANIFICADES PER A L'ENTREVISTA.....	35
TAULA 4-7 ASPECTES POSITIVS DEL JOC CAPTATS DURANT LES SESSIONS DE TEST.....	35
TAULA 4-8 PROPOSTES I OPINIONS PERSONALS DE LES ENTREVISTES I LA QUANTITAT D'USUARIS	36
TAULA 5-1 UC 4 JUGAR TERCER NIVELL	42
TAULA 5-2 UC 1 AFEGIR CSV.....	45
TAULA 5-3 UC 2 VEURE USUARIS REGISTRATS.....	45
TAULA 5-4 UC 3 CONSULTAR NOTES.....	46
TAULA 5-5 UC 4 DESCARREGAR TXT AMB NOTES.....	46
TAULA 5-6 UC 5 ACCEDIR A LA GUIA	47
TAULA 5-7 UC 6 ACCEDIR AL MENÚ D'ESBORRAT DE LA BASE DE DADES	47
TAULA 5-8 UC 7 ESBORRAT DEL REGISTRE DE LA BASE DE DADES.....	48
TAULA 5-9 UC 8 ESBORRAT D'UN USUARI DE LA BASE DE DADES	48
TAULA 5-10 UC 9 ESBORRAT DELS USUARIS DE LA UB DE LA BASE DE DADES.....	49
DIAGRAMA 5-1 DIAGRAMA DE CASOS D'ÚS DEL JOC	41
DIAGRAMA 5-2 MODEL DE DOMINI.....	43
DIAGRAMA 5-3 DIAGRAMA DE CASOS D'ÚS DE L'APLICACIÓ WEB	44
DIAGRAMA 6-1 DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA CU 4 JUGAR NIVELL 3	50
DIAGRAMA 6-2 DIAGRAMA DE CLASSES DEL JOC	51
DIAGRAMA 7-1 DIAGRAMA DE DIRECTORIS DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	66
DIAGRAMA 7-2 DIAGRAMA DE LA BASE DE DADES VIRTUALPC	66
IMATGE 3-1 CAPTURA DEL JOC MASTERMED, VERSIÓ 0.4.5.....	19
IMATGE 3-2 RECOMPTE D'ERRORS D'USABILITAT DURANT L'ANÀLISI DEL MASTERMED	20
IMATGE 4-1 INSTRUCCIONS D'INICI DE NIVELL DES DE ON S'ACCEDEIX AL TUTORIAL O AL INICI RÀPID.....	37
IMATGE 4-2 MENÚ DE CONFIGURACIÓ DELS GRÀFICS (VERSIÓ INICIAL).....	37
IMATGE 6-1 ARQUITECTURA DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	52
IMATGE 6-2 ESQUEMA DE DISSENY DE LA INTERFÍCIE WEB	52
IMATGE 7-1 VISTA GAMEOBJECTS NIVELL 3.....	54
IMATGE 7-2 MODEL DE LA IMPRESSORA MULTIFUNCIÓ (ESQUERRA) I IMATGE DEL MODEL ORIGINAL (DRETA) EN QUE ESTA BASAT EL MODEL 3D	55
IMATGE 7-3 MENÚ EXTRUSIÓ BLENDER, CUB BLENDER SENSE EXTRUSIÓ, CUB BLENDER AMB EXTRUSIÓ EXTERIOR EN L'EIX Z	56
IMATGE 7-4 MENÚ DE MODIFICADORS	56
IMATGE 7-6 IMPRESSORES: MULTIFUNCIÓ, LÀSER I TINTA	57
IMATGE 7-7 ESCÀNERS: PORTÀTIL I NORMAL	57

IMATGE 7-8 DISC DURS: MAGNÈTIC I SSD, I RATOLÍ.....	57
IMATGE 7-9 ARXIU CORRESPONENT A LA ESCENA DEL NIVELL 3 DINTRE DEL NAVEGADOR DEL PROJECTE	58
IMATGE 7-10 DISPOSICIÓ DELS ELEMENTS DE L'ESCRITORI DEL NIVELL 3	58
IMATGE 7-11 ELEMENTS DE DECORACIÓ DEL NIVELL 3 EN EL NAVEGADOR DEL PROJECTE	59
IMATGE 7-12 OBJECTES DE LES RESPOSTES DINS DEL NAVEGADOR DEL PROJECTE DEL NIVELL 3	59
IMATGE 7-13 VISTA D'UN OBJECTE AMB COLLIDER BOX A L'EDITOR	60
IMATGE 7-14 SELECCIÓ DE LA IMPRESSORA MULTIFUNCIÓ EN TEMPS DE JOC AMB "HIGHLIGHT"	60
IMATGE 7-15 INSTRUCCIONS RÀPIDES DURANT EL JOC, ACTIVADES (ESQUERRA) I DESACTIVADES (DRETA)	61
IMATGE 7-16 INSTRUCCIONS DEL NIVELL AMB INSTRUCCIONS MODIFICADES	62
IMATGE 7-17 MENÚ DE CONFIGURACIÓ DE LA QUALITAT GRÀFICA.....	62
IMATGE 7-18 MENÚ OPCIONS AMB PADDING DEL CONTINGUT	63
IMATGE 7-19 LEADERBOARD DEL MENÚ PRINCIPAL EN LES TRES VISUALITZACIONS, UNA PER CADA NIVELL	63
IMATGE 7-20 SELECCIÓ DEL NIVELL AL QUE ES VOL JUGAR PER A UN USUARI AMB SESSIÓ INICIADA	64
IMATGE 7-21 LLUM PUNTUAL PC NIVELL 2.....	64
IMATGE 7-22 PC NIVELL 2	65
IMATGE 7-23 PÀGINA PRINCIPAL DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR	67
IMATGE 7-24 PÀGINA DE PUNTUACIONS DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR	68
IMATGE 7-25 PÀGINA DE PUNTUACIONS AMB FILTRATGE PER NIVELL3 DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	68
IMATGE 7-26 PÀGINA UPLOAD DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	69
IMATGE 7-27 POP-UP DE SELECCIÓ DE FITXER CSV I CONFIRMACIÓ DE CONTRASENYA DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR	69
IMATGE 7-28 PÀGINA D'ELIMINACIÓ DE DADES DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	70
IMATGE 7-29 POP-UP DE CONFIRMACIÓ DE CONTRASENYA PER A LA PÀGINA DE PUNTUACIONS DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.	70
IMATGE 7-30 MISSATGE DE CONFIRMACIÓ DEL PROCÉS D'ELIMINACIÓ DE DADES DE LA BASE DE DADES DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	70
IMATGE 7-31 PÀGINA DE DESCARREGA DE PUNTUACIONS DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	71
IMATGE 7-32 PÀGINA HELP DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	71
IMATGE 7-33 INTERIOR DEL MANUAL DE LA WEB VIRTUALPC ADMINISTRATOR.....	72
IMATGE 9-4 FINESTRA DE CONFIGURACIÓ INICIAL DE L'EXECUTABLE DEL JOC (WINDOWS)	85
IMATGE 9-5 MENÚ PRINCIPAL DEL JOC	86
IMATGE 9-6 OPCIONS DE SISTEMA DEL JOC	87
IMATGE 9-7 INSTRUCCIONS INICIALS DEL JOC.....	87
IMATGE 9-8 PANELLS DEL HUD D'INFORMACIÓ DE LA PARTIDA DEL JOC	88
IMATGE 9-9 EXEMPLE DE SELECCIÓ D'UN COMPONENT.....	88
IMATGE 9-10 EXEMPLE D'ACCÉS A LA PÀGINA WEB DES DE EL NAVEGADOR	91
IMATGE 9-11 PÀGINA INICIAL WEB ADMINISTRATOR	91
IMATGE 9-12 PÀGINA DE MOSTRA DELS RESULTATS WEB ADMINISTRATOR.....	92
IMATGE 9-13 MENÚ DE FILTRATGE WEB ADMINISTRATOR	92
IMATGE 9-14 EXEMPLE DE MOSTRA DE PUNTUACIONS DEL NIVELL 3 WEB ADMINISTRATOR	92
IMATGE 9-15 PÀGINA DE CARREGA D'USUARIS DES DE UN FITXER CSV WEB ADMINISTRATOR	93
IMATGE 9-16 FINESTRA DE SELECCIÓ DE FITXER CSV I CONFIRMACIÓ DE CONTRASENYA WEB ADMINISTRATOR	93

IMATGE 9-17 PÀGINA D'ELIMINACIÓ D'INFORMACIÓ WEB ADMINISTRATOR	94
IMATGE 9-18 FINESTRA DE CONFIRMACIÓ DE CONTRASENYA.....	94
IMATGE 9-19 FINESTRA DE CONFIRMACIÓ D'ESBORRAT DE TOTES LES DADES	94
IMATGE 9-20 PÀGINA DE DESCARREGA DE PUNTUACIONS EN UN FITXER DE TEXT	95
IMATGE 9-21 PÀGINA D'AJUDA AMB MANUAL D'AJUDA AL USUARI (ESQUERRA) I DETALL DEL MANUAL D'USUARI AMB LA ZONA SELECCIONABLE PER PASSAR PÀGINA REMARCADA (DRETA)	95

1 Introducció

Els jocs seriosos són plataformes mitjançant les quals els usuaris col·laboren, es comuniquen, s'entretenen i, el que és més important, aprenen. J.Alvarez i O.Rampnoux van classificar en el seu llibre [2] els jocs seriosos en les següents categories: “advergaming” (de publicitat), “edutainment” (educatiu), “edumarket” (educar mentre es publicita quelcom), “diverted games” (jocs de denuncia) i de simulació.

Avui en dia, el món dels videojocs i en concret els jocs seriosos es troba en continua efervescència i expansió sent, d'aquesta manera, un medi que cada cop s'estén més gràcies a múltiples factors que fan que el seu futur sembli estar assegurat. Alguns d'aquests factors són, per exemple, econòmics o socials, que fan que el mercat del consumidor es decanti per vies d'aprenentatge i diversió assequibles per tal de dedicar-hi hores d'esbarjo mentre s'amplien o es repassen coneixements o s'adquireixen habilitats.

Els jocs seriosos estan enfocats a canviar el comportament i ampliar o difondre el coneixement. Aquest enfocament fa que sigui una eina pedagògica cada cop més estesa en tot el món dins d'entorns formatius tals com la preparació per a emergències, la capacitat per al lideratge i fins i tot la ciutadania.

Per altra banda, no es pot parlar de joc seriós sense fer menció de l'important paper d'entretindre al usuari per a motivar-lo a seguir utilitzant aquesta eina per a poder complir les seves necessitats d'aprenentatge.

L'expansió de la docència, des de l'àmbit de l'educació infantil fins als estudis superiors, cap al món digital, degut a la revolució tecnològica, ha propiciat la presa de contacte dels usuaris amb un món que proveeix d'eines i facilitats per a poder ampliar, repassar, informar i avaluar tots els aspectes del procés d'aprenentatge. Essent en aquest context, el marc on es desenvolupa i cap a on està projectat aquest treball.

L'enfocament d'aquest projecte consisteix en sotmetre a test i a ampliació el joc desenvolupat per David Gómez Casas en el treball titulat Joc seriós per a l'Ensenyament de Fonaments D'informàtica que té per nom VirtualPC. D'aquesta manera es pretén sotmetre a una avaluació d'usuaris tota l'aplicació per tal de quantificar i qualificar el producte i prendre decisions de disseny i ampliació del joc en funció dels resultats d'aquesta avaluació.

La planificació d'aquest treball s'ha enfocat en 3 grans blocs: planificació i realització del test de l'aplicació, ampliació i modificació del joc i la de creació d'una aplicació web per al professor per tal de facilitar la consulta i gestió dels participants (alumnes amb la seva evolució en el joc).

Per a poder realitzar el primer bloc s'ha fet ús de diverses fonts bibliogràfiques i s'han dissenyat documents que han servit per a realitzar i planificar les sessions de test amb usuaris reals (gràcies a la col·laboració del professorat i l'alumnat de la Facultat de Biblioteconomia i Documentació de la Universitat de Barcelona, on la directora del projecte imparteix una assignatura de TIC).

Pel que fa al segon bloc, d'ampliació i modificació del joc VirtualPC, s'ha utilitzat com a programa base un motor de videojoc anomenat Unity. Tot i ser un software molt potent, no proporciona les eines suficients per a poder dur a terme tot el desenvolupament. D'aquesta manera per a realitzar el disseny dels diferents elements nous o modificacions s'han emprat un seguit de programes específics per a realitzar els diferents processos. Blender i en segon pla SketchUp han estat els entorns designats per a dissenyar i modificar els models 3D. Per a la creació de la interfície s'ha decidit emprar Adobe Photoshop CS5. Per altra banda Audacity i eSpeak han cobert les necessitats referents al tractament d'àudio. XAMPP ha estat el software escollit per a gestionar la base de dades.

Per al bloc corresponent a l'eina de consulta, modificació i gestió de la base de dades s'ha fet ús de HTML, CSS, JavaScript i PHP per a elaborar una aplicació web que permeti de visualitzar, modificar, consultar i avaluar els resultats dels estudiants que utilitzen el joc.

Tot el programari citat i introduït, consta d'un apartat a la memòria on es detalla i s'explica àmpliament.

Aquesta memòria presenta a continuació els objectius d'aquest Treball de Fi de Grau. Després es descriuen els antecedents. Més tard es descriuen les etapes de test d'usabilitat, anàlisi del joc i de l'aplicació web. A la secció d'implementació i resultats es mostren les modificacions i ampliacions de codi i disseny. Per concloure, a les conclusions i treball futur, s'analitza el projecte realitzat i es donen idees per continuar amb aquest treball. Addicionalment hi ha dos apèndixs, manual tècnic i d'usuari, que inclouen informacions importants per altres desenvolupadors i jugadors, respectivament.

2 Objectius

L'objectiu d'aquest treball és avaluar el joc VirtualPC, consistent en un joc seriós interactiu desenvolupat en un projecte anterior, amb la finalitat d'avaluar i millorar l'experiència dels alumnes amb aquest joc.

La mecànica del joc consisteix en respondre preguntes breus en anglès (per a poder treballar la competència en llengua anglesa), formulades per un professor, sobre el contingut de cada nivell, referents a components (interns i externs) de l'ordinador. On el jugador interactua amb un model 3D de l'ordinador i, per a cada resposta encertada, s'atorguen punts que permeten avançar nivells i situar al jugador en un "leaderboard" o taula de classificació, motivant-lo a continuar millorant, competint amb altres jugadors per situar-se al capdamunt de la taula.

Objectius que es volen complir amb aquest projecte:

- Estudiar els mètodes d'anàlisi de jocs seriosos que es poden trobar a la literatura i seguir un mètode basat en algun d'aquests per a avaluar el VirtualPC.
- Dissenyar el pla de test amb usuaris reals.
- Realitzar un seguit de test d'usuaris reals sobre el joc VirtualPC.
- Prendre decisions d'ampliació i modificació del joc VirtualPC i aplicar-les al joc VirtualPC.
- Dissenyar una aplicació web, orientada al professor de l'assignatura on s'emprarà el joc, que permeti gestionar la base de dades de jugadors i puntuacions i consultar-ne dades.

3 Antecedents

En aquest apartat es mostra un estudi i l'anàlisi de tecnologies, conceptes i processos relacionats amb el món de l'anàlisi de jocs seriosos i el disseny del joc.

Per a més informació sobre els jocs seriosos, i els seus antecedents, podem trobar-ne una bona referència i explicació en el projecte de fi de grau predecessor d'aquest, elaborat pel company David Gómez Casas [1].

3.1 Treballs previs en l'anàlisi d'usabilitat en jocs seriosos

En aquest apartat de la memòria es vol mostrar el procés i els resultats de la investigació sobre les metodologies i pràctiques més freqüents en els àmbits dels anàlisis d'usabilitat i concretament els que fan referència als jocs seriosos. Familiaritzar-se i indagar sobre tècniques d'anàlisis d'usuaris per a jocs seriosos i jocs on s'han aplicat aquestes ha estat una gran part del gruix d'aquest treball.

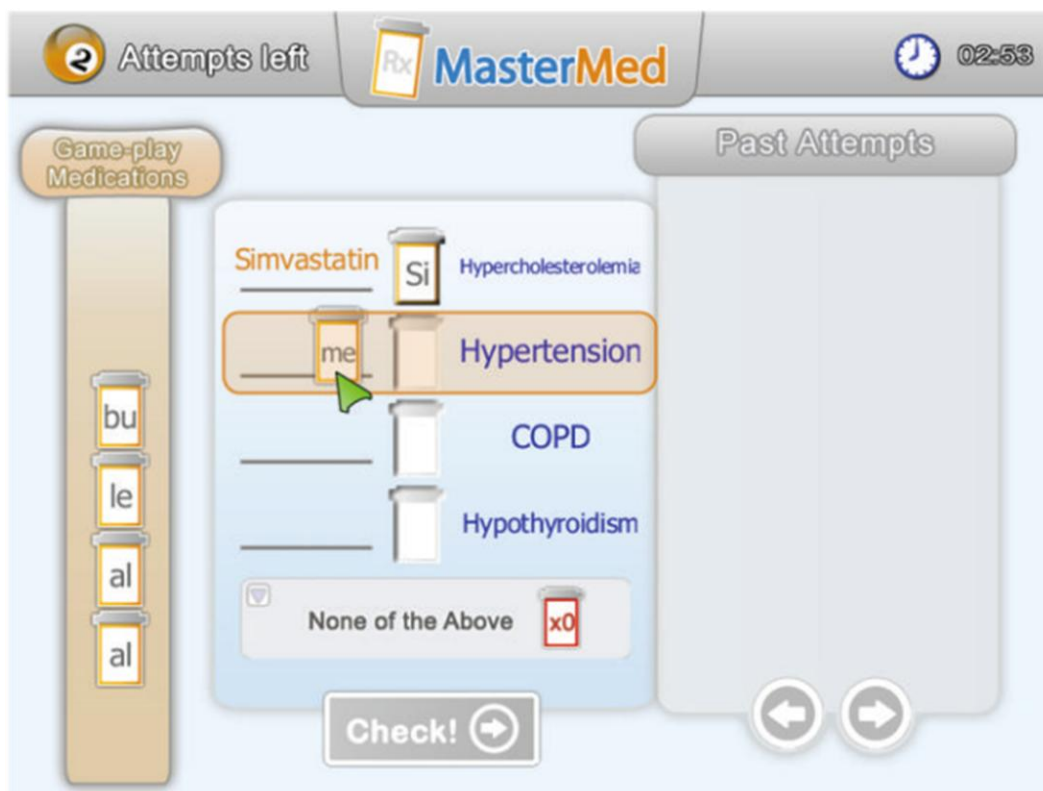
Tota la cerca es va centrar en trobar tots aquells llibres i articles que aportessin una visió diversificada del ventall de mètodes que avui dia s'utilitzen per a poder establir sobre quines bases i condicions es sotmetrà a test l'aplicació, així com també, de quina manera es processaran les dades obtingudes (ja siguin qualitatives o quantitatives).

El mètode comunament emprat per a avaluar jocs seriosos es el SeGUE (Serious Game Usability Evaluator), aquest es basa en realitzar els test amb més de d'un observador i creuar els resultats i opinions d'aquest per tal d'identificar els problemes d'usabilitat del joc seriosos.

A continuació s'exposa un cas de test d'usabilitat sobre un joc seriosos real, obtingut de l'article *Usability Testing for Serious games* [11]:

MasterMed es una aplicació desenvolupada al laboratori de l'Hospital General de Massachusetts on s'aplica la metodologia SeGUE (veure apartat 4 Test d'usabilitat d'aquest document). L'objectiu d'aquesta aplicació és crear una eina desenvolupada per ajudar als pacients amb la medicació dels seus tractaments. Aquest joc es proporcionat als pacients mitjançant el portal, iHealthSpace¹, per als pacients que prenen usualment més de 3 medicaments.

¹ iHealthSpace: <https://www.ihealthspace.org/portal/login/index.html>



Imatge 3-1 Captura del joc MasterMed, versió 0.4.5

El joc va dirigit a qualsevol persona que esta prenent medicació i que tingui suficient edat com per ser capaç d'utilitzar un ordinador.

En el procés d'avaluació del joc MasterMed, la presència de múltiples observadors (persones de l'equip d'avaluació i que prenen notes sobre tot el que passa a l'avaluació) i de la gran varietat dels perfils d'usuaris que realitzen els test tenen una notable repercussió en la qualitat dels resultats que es van obtenir.

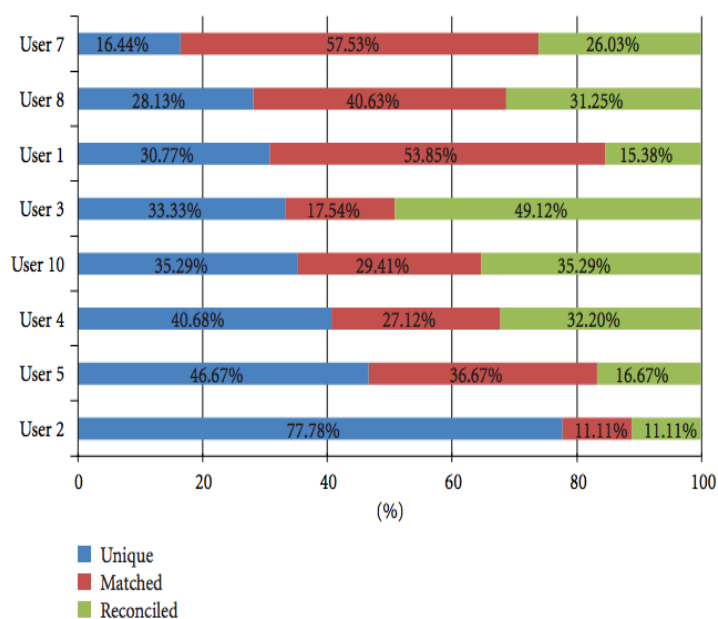
La sessió es va fer seguint un guió, en el que cada pacient va rebre tres escenaris amb una selecció de medicacions i problemes a ser resolts. Aquests escenaris englobaven casos senzills i altres considerablement més complexes, es van centrar en les medicacions més comuns, que poguessin suposar problemàtiques pels pacients. A més, s'anaven introduint elements nous a la interfície conforme s'anaven realitzant les següents sessions de joc. Van predir inicialment el temps per sessió a uns 30 minuts com a mínim quan van fer la planificació.

Es van reclutar 10 usuaris d'entre pacients de l'hospital, amb el consentiment previ d'aquests i de la direcció de l'hospital, en funció dels registres de l'hospital i l'elecció aleatòria dels candidats. Es va establir un estudi de l'edat mitja del conjunt dels usuaris potencials en 69.3 anys pels homes i 70.14 anys per a les dones i amb una estimació del 54% dels participants serien dones. Al final es van reclutar 5 homes i 5 dones amb edat compresa entre 30 i 60 anys per avaluar el joc.

A tots els participants se'ls va demanar interaccionar amb el joc (realitzant els tres escenaris donats) utilitzant una tècnica consistent en pensar en veu alta. Es va enregistrar la pantalla, la cara i la veu de cada participant. Les sessions van durar entre 40 i 90 minuts, un resultat diferent a la planificació inicial que les estimava en 30 minuts.

Per a la extracció de resultats i conclusions van fer servir reunions de 4 observadors (membres que prenen dades sobre el que succeeix al test) que tenien que identificar cada fallada d'usabilitat i anotar quantes vegades es produïa cada fallada. A més a més, havien d'identificar quines fallades identificades coincidien d'entre les identificades pels observadors, definint així 3 tipus de fallades, en funció de quants observadors consideraven que aquell succés observat era una fallada: Unique (només l'ha identificat un observador), Matched (L'han identificat la gran majoria) i Reconciled (Decisió comuna entre els observadors que no consideren el succés com una fallada i els que si el consideren com a tal). Amb aquest procés es van establir quines eren les causes potencials de fallada d'usabilitat del joc. I posteriorment es van establir llistes de prioritat per a procedir a la resolució d'aquestes fallades. Per exemple a la imatge 3-2 mostra el recompte d'errors relacionant la freqüència (nombre de cops que succeeix), el tipus (on I és Interfície i D és Disseny) i la difusió de cadascuna d'aquestes fallades:

Priority	Action	Type	Freq.	Spread
1	Rearrange the tutorials (shortening and skipping)	D	28	8
2	Remove "none of the above" feature	D	23	8
3	Unify "close dialog" interactions	I	37	5
4	UI tweaking (color schemes, minor layout changes, etc.)	I	22	6
5	Review wording	I	13	6
6	Improve mouse clicking accuracy	I	11	4
7	Improve handout contents (remove unnecessary sections)	I	11	4



Imatge 3-2 Recompte d'errors d'usabilitat durant l'anàlisi del MasterMed

La següent taula mostra la categorització en dos dimensions de la font de la fallada (o event) d'usabilitat (interfície o disseny) i la reacció de l'usuari:

		Interface			Design		N/A	Total	
		Content	Layout/UI	Technical error	Gameflow	Functionality			
Negative	Annoyed	12	3	4	12		1	32	138
	Confused	9	36	14	19	5	3	86	
	Frustrated	1	3	5	3	2		14	
	Unable to continue (fatal)	0	1	4		1		6	
Positive	Pleasantly frustrated	0			2			2	46
	Reflecting	1	3		2	3		9	
	Satisfied/ excited	1	2		9	7		19	
	Learning	0	2		3	7	4	16	
Neutral	N/A	0		7			1	8	106
	Suggestion/ comment	28	41	2	7	9	11	98	
Total		52	91	36	57	34	20	290	
		179			91				

Taula 3-1 Categorització en dos dimensions de la font de la fallada durant el test del Mastermed

3.2 Software i tecnologies emprades

A continuació s'exposa el programari emprat per a la realització d'aquest projecte:

3.2.1 Unity

Unity és un motor de videojoc creat per *Unity Technologies*. Actualment disposa de dues versions, la bàsica *Unity* i gratuïta (amb limitacions de recursos) i la *Unity Pro* de pagament (i sense limitació de recursos).

És un producte relativament nou que incorpora, en espais de temps relativament petits, moltes millores en noves versions. Apareixen a la memòria tot un seguit de conceptes bàsics de *Unity*, que cal anomenar i definir breument:

- *Scene*: contenidors de tots els elements del joc. Es poden utilitzar per dissenyar un menú principal o un nivell individual. Cal interpretar el concepte *scene* o escena com un nivell d'un joc.
- *GameObject*: contenidors de funcionalitats. Tots els objectes del joc són *GameObjects*. Un model, una llum o un text 3D, en són exemples. No cal vincular directament *GameObject* a objecte físic, poden aparèixer casos on el

GameObject estigui buit, és a dir, no té model físic però sí una funcionalitat associada.

- *Component*: tots els elements inserits al *GameObject* que li proporcionen una determinada funcionalitat. Un *script*, un *collider* o una pista d'àudio, són exemples de *Components*. Un *GameObject* buit, té una funció gràcies a aquests elements.
- *Asset*: tots aquells elements creats: models 3D, extensions d'editors, fitxers d'àudio, etc., que poden ser utilitzats dins l'entorn *Unity*. L'*Asset Store* és l'eina que *Unity* facilita als programadors, dissenyadors de jocs, artistes gràfics, etc., per tal de compartir i fins i tot vendre les seves creacions en forma d'*Assets*.
- *Prefab*: tipus d'*asset* o format d'arxiu que emmagatzema un *GameObject* i es localitza dins la vista del projecte. Els *Prefabs* poden ser inserits a múltiples escenes i diverses vegades. Quan s'afegeix un *Prefab* se'n crea una instància, per tant, tots ells són elements clonats de l'original. Quan es realitza un canvi al *Prefab*, totes les seves instàncies són modificades.
- *Inspector*: vista de la interfície que permet visualitzar informació detallada del *GameObject* seleccionat, així com dels seus *Components* i propietats. S'hi poden modificar les funcionalitats i característiques dels *GameObjects* de l'escena.

3.2.2 SketchUp

SketchUp és un programa de modelatge 3D comercialitzat per *Google* i dissenyat per a realitzar tasques d'arquitectura, d'enginyeria civil, i d'enginyeria mecànica, així com de desenvolupament de videojocs. Es disposa del *Google 3D Warehouse*, un espai que permet a tots els usuaris de *Google SketchUp* buscar, descarregar i contribuir afegint models lliures. L'ús d'aquest programa en aquest projecte és el d'una eina de modificació del model 3D del ordinador del projecte anterior.

3.2.3 Blender

Blender és un programari lliure dedicat a l'edició de modelat 3D. Permet realitzar modelat d'objectes, editar materials, així com crear i simular animacions i moviments musculars.

A diferència de l'anterior, aquest és un programa de disseny complex que requereix de forces coneixements, tant tècnics com teòrics, per poder-lo utilitzar correctament. Només cal comparar la interfície dels dos programes, per veure la senzillesa de l'anterior envers la d'aquest.

Ha estat amb aquest editor 3D amb el que s'han creat els diversos models i decorats que conformen el tercer nivell del joc.

3.2.4 Photoshop

Editor gràfic inclòs a la col·lecció d'*Adobe Creative Suite*, creada per *Adobe Systems*. Actualment és el líder de mercat per a mapes de bits comercials i manipulació d'imatges. Juntament amb *Adobe Acrobat*, és un dels programes més coneguts d'*Adobe Systems*.

Totes les parts amb contingut gràfic 2D del projecte, així com també algunes de les textures dels objectes modelats amb Blender, han estat dissenyades amb aquest software. Tots aquests elements es poden definir com interfície gràfica d'usuari o *GUI*.

Donat que s'havia d'aprendre a utilitzar un editor d'imatges, es va optar per escollir el programa amb major difusió i major projecció i utilitat cara al futur.

3.2.5 eSpeak

eSpeak és un software que emula un sintetitzador de veu, de codi obert i gratuït. La primera versió d'aquest programa, va ser introduïda al mercat el 2006.

La funció d'aquest software ha estat transformar totes les frases escrites a una reproducció oral feta pel personatge del professor dins el joc.

3.2.6 XAMPP

XAMPP és un paquet de programari lliure que conté el servidor *HTTP Apache*, la base de dades de *MySQL* i les eines necessàries per utilitzar *PHP*.

Aquest software ha estat utilitzat per gestionar la base de dades que administra: els usuaris i els resultats aconseguits dins el joc i per donar les dades necessàries al servidor PHP de l'aplicació web d'administració de les dades del joc.

3.2.7 QuickTime

QuickTime es un framework multimèdia estàndard desenvolupat per Apple consisteix en un conjunt de biblioteques i un reproductor multimèdia (QuickTime Player). S'ha escollit aquest programari per a la realització de les gravacions dels test d'usuaris per a enregistrar la interacció durant el joc (gravant la pantalla).

3.2.8 Javascript

El llenguatge de programació triat per codificar tot el contingut dins *Unity*, ha estat *Javascript*. A més, també ha estat emprat per a codificar els diferents scripts de

comunicació client servidor per a l'aplicació web, de tal manera que acomplia el paper de nexa entre les dades (PHP) i la vista d'aquestes (mitjançant HTML).

3.2.9 PHP

El llenguatge escollit per realitzar i gestionar les consultes a la base de dades, ha estat *PHP*. Juntament amb Javascript, es realitza la comunicació entre l'aplicació local i el servidor de la base de dades i de l'aplicació web amb la base de dades.

3.2.10 HTML i CSS

El llenguatge que s'ha utilitzat per a la codificació i disseny de l'aplicació web (de consulta del professor de l'assignatura on s'emprarà el joc) ha estat HTML i CSS (també CSS3) per a distribuir i dissenyar els diferents botons, formularis i visualitzacions de l'aplicació.

4 Test d'usabilitat

En aquest apartat del projecte s'exposa el procés d'avaluació de la usabilitat del joc VirtualPC mitjançant un test amb usuaris reals. En el primer apartat s'exposen conceptes generals del test d'usabilitat i concrets dels jocs seriosos. En el segon s'exposa tot allò que te a veure amb el test realitzat en aquest treball de fi de grau.

4.1 Tests d'usabilitat i Jocs seriosos

Usabilitat es defineix, segons la ISO 9241-11, com *“the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use”*[11].

A grans trets la metodologia per a fer tests d'usabilitat la podríem definir com un procés en el que múltiples analitzadors s'enfronten a la interfície (interactuant amb ella) per a produir un conjunt de dades que poden ser utilitzades per a identificar els canvis que aquesta requereix.

Si concretem més, veiem que ens trobem amb tres mètodes de test, segons a quin tipus de avaluador va dirigit:

- Utilització d'experts: aquests experts són usuaris avaluadors amb experiència que poden identificar els punts crítics potencials i les tasques d'usabilitat (tasques referents al disseny que es desprenen del test i serveixen per a determinar quines decisions es prenen per a resoldre els problemes d'usabilitat).
- Utilització de mètodes teòrics: consisteix en emprar models teòrics d'eines i entorns d'usuari que puguin ser comparats amb el nostre joc per tal de proposar modificacions sobre aquest.
- Mètodes d'usuaris: consistent en donar als usuaris finals prototips del software, permetent així que aquests interactuïn i poder extreure'n dades rellevants mitjançant l'observació dels usuaris.

En aquest projecte s'ha escollit centrar-se en fer un anàlisi basat en mètodes d'usuaris, donant així dades directament observades dels usuaris reals als que anirà dirigida l'aplicació final.

Una pràctica molt comú en els qüestionaris i mètodes de mesura de la usabilitat es centrar-se en produir una “nota” de usabilitat, que ens determinarà quan de bo es el nostre producte, en termes de disseny i interacció dels usuaris, tal i com està. Els jocs seriosos es distingeixen dels jocs dedicats a la diversió en que la nota obtinguda durant els tests ens dona en gran mesura la frustració durant el joc. En aquest context, entendrem com a frustració durant el joc com tots els moments en els que s'han posat

al límit els coneixements de l'usuari i, per tant, es quan ha de fer l'esforç per a recordar o assimilar els coneixements; i com a frustració positiva, aquella que ha permès al usuari, mitjançant l'esforç, realitzar una tasca (amb èxit o fracàs) satisfactòriament. Per exemple, si el jugador no encerta ninguna pregunta però sent que ha après i està satisfet de l'experiència, la frustració durant el joc serà alta però la frustració de després serà mínima, assolint així l'objectiu didàctic i d'esbarjo dels jocs seriosos.

La frustració de l'usuari durant el joc és quelcom positiu, sempre i quan no sigui molt elevada, ja que es un indicati de que l'usuari esta pensant, intentant resoldre els diferents reptes que se li proposen i, en canvi, si la satisfacció final es positiva voldrà dir que aquell usuari ha complert el seu propòsit de aprendre mentre passa una estona de diversió.

4.1.1 Elements generals d'un test d'usuaris

Els elements principals per a dur a terme un test d'usabilitat són els següents:

1. Prototip: un prototip del producte final llest per a que els usuaris de test puguin interactuar amb ell.
2. Usuaris de test: un conjunt d'usuaris per a avaluar el prototip que tingui un perfil similar al dels usuaris als qui va dirigit el joc seriós.

Pel que fa al nombre, molts experts coincideixen en que 5 usuaris són suficients per a detectar el 80% dels problemes d'usabilitat.

3. Escrit orientat a definir els objectius del test, que reflecteixi quines tasques han de completar els usuaris durant la sessió.
4. Avaluadors de la sessió de test: són integrants de l'equip d'avaluació, han de ser un o més. Podem distingir el seu paper durant la sessió mitjançant 2 rols; el primer, els observadors, anoten i dedueixen problemes d'usabilitat partint de l'observació dels usuaris de test interactuant amb el prototip, en segon lloc el moderador, que és qui introdueix la sessió a l'usuari i li proporciona els qüestionaris de satisfacció i els documents de consentiment i informació del test.
5. Mètode d'anotació de l'avaluació: és necessari un mètode estructurat per a gestionar la recollida i anàlisi de la informació que es desprèn de la sessió de test. Podent ser quelcom tant senzill com una fulla en blanc, una gravadora o una taula estructurada on recollir dades concretes, prèviament definides.
6. Software o eines d'enregistrament de les sessions: programari o hardware capaç de enregistrar la pantalla, la veu, la sala, etc; per a poder-ne analitzar els resultats després de la sessió de test.

7. Qüestionaris: consisteixen en un formulari amb preguntes de tipus test i/o de resposta curta on els usuaris indicaran el nivell d'acordança amb les preguntes que hi consten, sent sempre el valor 0 la menys d'acord i la de més valor el contrari. Totes les preguntes han d'estar en la mateixa escala (es sol utilitzar la escala de Likert), és adir, per exemple: de 0 a 5, on 0 és totalment en desacord i 5 és totalment d'acord. L'objectiu és enquestar als usuaris per poder recollir dades qualitatives i quantitatives, una vegada realitzat el test.

4.1.2 El mètode SeGUE

SeGUE (*"Serious Game Usability Evaluator"*) es un mètode per a la realització d'un estudi d'anàlisi d'usuaris que utilitza els elements, esmentats en l'apartat 4.1.1. Aquest mètode utilitza 2 sessions d'avaluació d'usabilitat identificant, no solament els punts que esdevenen problemes d'usabilitat, sinó que també els punts que suposen aspectes positius i que, per tant, caldrà remarcar i explotar.

Aquest mètode s'aplica, o analitza, en dues dimensions: la relacionada amb el sistema i la relacionada amb l'usuari. D'aquesta manera identifiquem com a dimensió del sistema els temes de *"gameflow"* i funcionalitat juntament amb els de disseny del joc. Per altra banda identifiquem com una altra dimensió l'usuari, l'estat d'ànim durant i després de testejar el joc.

4.1.3 Qüestionaris

Per a dur a terme les enquestes dels test d'usuaris, hi han diferents qüestionaris Standard, per exemple:

- *"System Usability Scale"* (SUS) [5]: simple i ràpid d'aplicar, ens permet obtenir una puntuació d'usabilitat del nostre joc mitjançant preguntes que donen valors (per exemple de 1 a 5) sobre aspectes del joc.
- *"Questionnaire for User Interaction Satisfaction"* (QUIS): ens aporta dades qualitatives relacionades amb la facilitat d'interacció de l'usuari amb els elements de la interfície del joc.

En aquest projecte hem dissenyat el nostre propi qüestionari per tal de aconseguir dades referents a uns punts específics i característics del nostre joc (utilitzant preguntes pròpies, preguntes de resposta curta i preguntes comuns en els qüestionaris estàndard²), com per exemple la visualització de la taula de classificacions o *"leaderBoard"* (veure apartat 4.2.4).

² Per exemples de preguntes i qüestionaris consultar els enllaços: [11] [12] [13] [14].

4.2 Planificació del test d'usabilitat del joc VirtualPC

4.2.1 Objectius del test

L'objectiu és tenir una primera presa de contacte amb els usuaris reals, identificar problemes d'usabilitat, relacionats amb la mecànica del joc i amb la interfície d'aquest, i a l'hora recollir les impressions dels usuaris (opinions, utilitat del joc, ...) per aconseguir aquest objectiu definirem una sèrie de tasques, qüestionaris i entrevistes que permetran als usuaris interactuar i opinar sobre el joc de forma que ens reportin dades que quantifiquin i qualifiquin els aspectes que s'han d'accentuar o corregir sobre el disseny del joc, per tal de poder decidir, en base als resultats, quines mesures s'hauran de dur a terme per a la millora de la usabilitat del joc i adaptar el joc a les necessitats reals dels usuaris.

4.2.2 Consentiment i permisos

A l'inici de la sessió s'informarà al usuari, mitjançant una carta de presentació, dels objectius que persegueix la sessió. També se li demanarà que llegeixi un full de consentiment.

4.2.3 Usuaris i tasques

En primer lloc caldrà establir un mínim i un màxim d'usuaris a ser testejats, ja que un nombre massa petit d'aquests suposaria una gran probabilitat de passar per alt alguns aspectes de disseny que podrien ser dificultosos o problemàtics per a altres usuaris. Per tant, en aquest projecte es disposarà de 15 usuaris de diferents nivell d'expertesa en conceptes bàsics de TIC (recordar que és el tema central del joc VirtualPC), en funció de la qualificació obtinguda a l'assignatura de Fonaments De la Tecnologia.

El perfil dels usuaris que faran el test és el dels alumnes als qui va dirigida l'aplicació, aquest és el següent:

Formació	Edat	Coneixement d'idiomes
Cursant estudis de grau d'Informació i Documentació	18 a 28	Català, castellà i anglès

Taula 4-1 Perfil dels usuaris de les sessions de test

En segon lloc caldrà acotar la durada de cada test, de manera que no resulti feixuc per als usuaris i així poder treballar àgil, ràpida i eficaçment. En aquest projecte s'ha acotat el temps de cada sessió de 20 a 30 minuts per usuari.

Durant la sessió es demanarà a cada usuari que completi un seguit de tasques basades en els objectius del test i que, en funció de com les completin i com es sentin després de finalitzar-les, ens permetran començar a recollir dades. Aquestes tasques són les següents:

- Registrar-se amb el correu d'usuari de la UB (alumnes.ub.edu) i una contrasenya d'elecció pròpia.
- Començar un joc nou i jugar els nivells 1 i 2.
- Canviar el volum del joc.
- Canviar la qualitat gràfica del joc.
- Consultar les puntuacions que s'han obtingut.

Posteriorment es demanarà al usuari que completi un petit qüestionari per tal de poder plasmar i recollir les seves opinions, dificultats, estats d'ànim i impressions.

Referent al entorn on es desenvoluparan els tests, s'ha procedit al desplaçament i muntatge de les sessions a la Facultat de Biblioteconomia i Documentació de la Universitat de Barcelona.

Juntament amb la col·laboració de membres del professorat i de la consergeria, que han permès reclutar alumnes i cedit les instal·lacions per tal de poder realitzar els test en un ambient tranquil, de manera que els usuaris no es veuen sotmesos a cap distracció externa al test.

Per a la preparació i planificació del paper de moderador s'ha procedit a redactar un guió del moderador que serveix de guió de diàleg per a estructurar i planificar que es dirà al usuari en tot moment.

En les sessions jo mateix he adoptat els dos rols, de moderador i d'observador, sent qui presentava, entrevistava, anotava i dirigia el test.

4.2.4 Disseny del qüestionari

Per tal de dissenyar el qüestionari de satisfacció es va elaborar una llista bastant extensa que recollia diferents preguntes similars a les trobades en tests estàndard tals com (SUS, QUIS) i d'altres pròpies que interessaven, per ser distintives de punts concrets de la nostra aplicació o dels objectius del test.

D'aquesta manera s'obté una mesura de la usabilitat del joc, derivada de impressions que qualifiquen i mesuren la interacció de l'usuari amb el joc.

Aquest qüestionari es pot trobar en l'apèndix D que recull la documentació emprada durant les sessions del test d'usabilitat.

4.2.5 Recollida de dades

Pel que fa als resultats, s'ha de dissenyar un mètode de recollida i avaluació dels resultats. Això vol dir, un seguit de documents de recollida de dades qualitatives i quantitatives (tipus formulari) que ens permetin donar una cota (nota o nivell) de la usabilitat del joc i utilitzar recursos software o hardware per a poder enregistrar les sessions (enregistrant la pantalla) en vídeo.

En aquest context, entendrem les dades quantitatives com aquelles que ens permeten quantificar errors (com per exemple el temps que es tarda en realitzar una tasca). A més, entendrem com a dades qualitatives com aquelles referents a aquelles impressions que es desprenen dels diversos tests d'usuaris que indiquin aspectes a millorar de forma visual o de "*game flow*"; per exemple, si tinguéssim opinions relatives a que no agrada com es visualitzen els elements de l'ordinador (per estar massa junts, per exemple).

Per tant, esperem recollir dades qualitatives referents al disseny de la interfície i a les impressions dels usuaris (així com també qualsevol suggeriment o plantejament que els usuaris ens reportin) i dades quantitatives a nivell de transcurs del joc o "*game flow*", temari i domini de l'idioma (anglès).

Per a la recollida d'aquestes dades, que es desprenen de les sessions de test, cal esbossar i generar un seguit d'arxius (gravacions, fulls de recollida d'observacions, descripció de tasques, qüestionaris, taules d'errors i de puntuacions) que permetran analitzar diferents dimensions de la usabilitat del joc per identificar aspectes, problemes i bondats del disseny de la interfície del joc, sobretot aquells que es refereixin a:

- Facilitat d'aprenentatge en l'ús de la interfície per a jugar (no confondre amb la efectivitat del joc en termes d'aprenentatge a nivell educatiu).
- Visibilitat (estat del joc).
- Feedback (usuari percep fàcil la resposta del joc en l'aspecte auditiu i visual durant el transcurs joc).
- Errors (errors que pugui cometre l'usuari afecten al transcurs de la partida).

A més, aquestes eines, han de permetre recollir opinions sobre la experiència dels usuaris, per exemple: s'han divertit? Pensen que el joc es una eina útil per aprendre conceptes d'ordinadors?, etc.

Per tal de poder contemplar totes les impressions que no s'hagin pogut percebre durant els qüestionaris i la sessió de test el moderador demanarà al usuari fer una entrevista breu per a poder captar les seves impressions i opinions personals.

Aquesta entrevista ens permetrà resoldre els dubtes sobre allò que ha fet o a dit l'usuari durant el test. Així com també poder revisar ràpidament el qüestionari i poder intentar recollir opinions que s'hagin plasmat en el qüestionari o aclarir coses estranyes que puguin haver contestat en els qüestionaris, com per exemple en el camp de resposta lliure.

Finalment es vol elaborar un llistat dels punts (ordenats per prioritats) que representin millores a realitzar en el joc, així com, les mesures que es prendran per a cadascun d'aquests punts (si es considera oportú); per exemple: en cas d'haver identificat un error repetitiu en el mètode de selecció de components d'un ordinador es decideix prendre com a mesura visualitzar de forma més clara els components que puguin ser seleccionats.

4.2.6 Avaluació de les dades

Una vegada recollides les dades s'han d'analitzar per tal d'identificar aquells aspectes que produeixen fallades d'usabilitat i classificar-les mitjançant un sistema de prioritats per tal de prendre les decisions pertinents a la seva millora, disseny o correcció. S'han elaborat i dissenyat eines per tal de classificar i estructurar els resultats i les conclusions en format de taules i gràfics, que facilitin la seva comprensió.

Un cop dissenyats i planificats els mètodes de recollida de resultats i avaluació d'aquest i un cop ja realitzats tots els test, els resultats obtinguts de les sessions de test són els descrits a continuació.

Resultats dels qüestionaris

En el qüestionari que es va entregar al final de la sessió de test a cada usuari són les que consten en la taula següent:

Q1:	Trobes aquest joc útil com a eina per a repassar el temari de l'assignatura?
Q2:	Ha resultat divertit jugar ?
Q3:	L'entorn del joc et sembla atractiu?
Q4:	Com t'ha resultat la forma de moure l'angle de visió per a veure les diferents parts del ordinador?
Q5:	Com t'han resultat les instruccions donades per a poder jugar?
Q6:	Com trobes el nivell d'anglès?
Q7:	Com de fàcils són les preguntes durant el joc?
Q8:	La informació de la partida et permet veure el teu progres en el joc amb facilitat i claredat?
Q9:	Recomanaries aquest joc a un amic o company?
Q10:	Tornaries a jugar a aquest joc?

Taula 4-2 Preguntes del qüestionari de la sessió de test

La valoració mitja donada pels usuaris (a través dels resultats dels qüestionaris) al joc és de $3,96 \cong 4$, sobre 5, per tant els resultats són força optimistes. En general, les dades resultants dels qüestionaris donen una visió optimista pel que fa a l'àmbit del contingut i a quant divertit, fàcil i útil és el joc pel usuaris. No obstant això, els punts on ha estat menys valorat són els següents:

- Diversió durant al joc, ha obtingut una nota bona però més baixa que els demés (3,5 punts), per tant considerarem que ha resultat en general mitjanament divertit però no molt divertit.
- La forma de moure l'angle de visió de les diferents parts de l'ordinador ha resultat, en general bastant satisfactòria (4 punts), per tant es considerarà que ha resultat fàcil interactuar-hi.
- Les instruccions donades al principi de cada nivell per a poder jugar han resultat en general poc útils (3,67 punts).

El nivell d'anglès ha obtingut una nota mitja (3,27 punts) de manera que en general ha resultat de nivell mitja i, per tant no massa complicat. A continuació podem veure la taula que recull totes les respostes donades pels diferents usuaris, durant totes les sessions de test, en els qüestionaris.

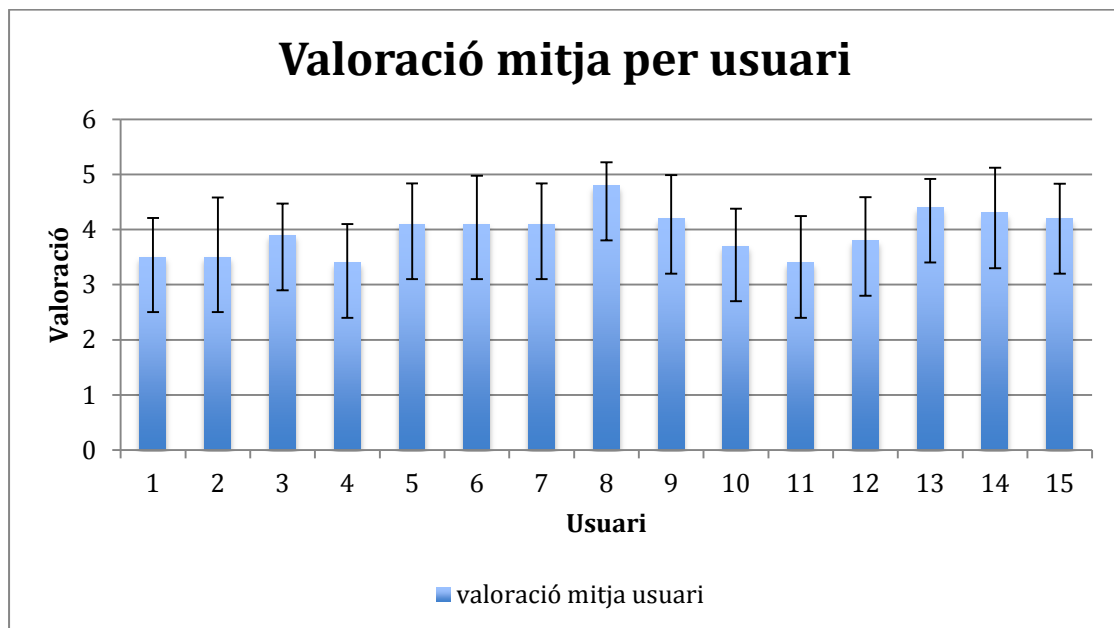
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	valoració	
P1	4	2	4	4	3	3	4	4	4	3	3,5	satisfet
P2	3	2	3	2	5	3	4	5	4	4	3,5	satisfet
P3	5	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3,9	mitjanament satisfet
P4	4	3	4	3	4	3	4	2	3	4	3,4	mitjanament satisfet
P5	4	3	4	5	4	3	5	5	4	4	4,1	bastant satisfet
P6	5	5	5	3	3	3	4	4	4	5	4,1	bastant satisfet
P7	5	3	4	4	4	3	4	5	4	5	4,1	bastant satisfet
P8	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4,8	molt satisfet
P9	5	5	5	3	3	4	4	4	5	4	4,2	bastant satisfet
P10	4	3	4	4	3	3	4	3	4	5	3,7	mitjanament satisfet
P11	3	3	4	5	2	3	4	4	3	3	3,4	satisfet
P12	5	4	5	4	3	3	3	3	4	4	3,8	mitjanament satisfet
P13	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4,4	bastant satisfet
P14	5	4	5	5	4	3	4	5	5	3	4,3	bastant satisfet
P15	4	3	5	5	4	4	4	4	5	4	4,2	bastant satisfet
mitja	4,3	3,5	4,4	4	3,6	3,2	4,1	4,1	4,1	4,1	3,9	molt satisfet

Taula 4-3 Valoració mitja de cada qüestió (Q) per participant (P)

En la taula anterior [Taula 4-3] es mostren les puntuacions (de 1 a 5) que ha donat cada usuari per a cada qüestió del qüestionari posterior a les sessions de interacció amb el prototip, mostrant la valoració mitja d'usabilitat que aquests han donat al joc i, per tant, el nivell de satisfacció que se'n desprèn.

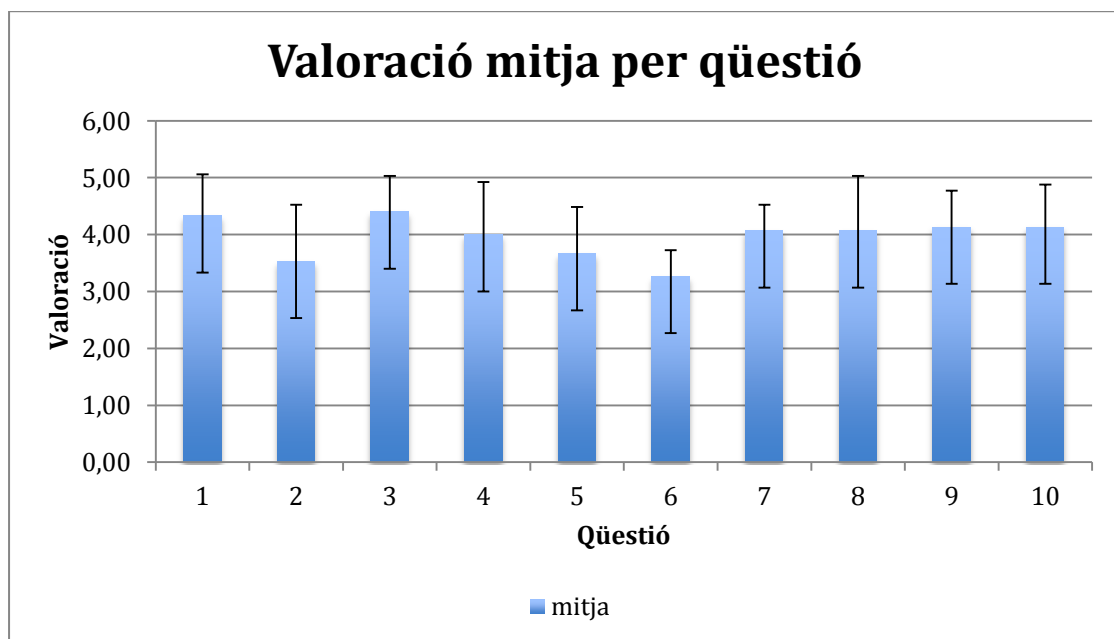
A més es mostra aquelles qüestions referents als aspectes que han suposat problemes d'usabilitat prioritari (en color vermell), aquells que en resultat problemes menys prioritari (en color taronja) i aquells que al obtenir una nota superior a 4 s'han considerat aspectes positius i, per tant, no s'han de modificar (en color verd). De la mateix manera podem apreciar en la següent taula les qüestions corresponents de la taula anterior.

Partint d'aquests resultats obtenim els següents gràfics:



Gràfic 4-1 Valoració mitja per a cada usuari sobre el qüestionari

En la gràfica anterior (gràfic 4-1) podem observar les valoracions mitjanes que han donat els usuaris a cada preguntes.



Gràfic 4-2 Valoració de cada qüestió sobre el total d'usuaris

En la gràfica anterior (gràfic 4-2) podem veure-hi la valoració mitja que ha rebut cada qüestió.

Resultats de les sessions de tasques i les entrevistes

Durant la realització de les tasques, repassant les anotacions sobre les observacions en el mateix dia del test i revisant (a posteriori) les gravacions de pantalla de la interacció de l'usuari amb el joc, s'han identificat errors de la interfície i errors de temari i contingut (aquells que fan referència a dificultats amb l'idioma anglès i el temari). Els resultats que s'han obtingut són els següents:

	Tipus d'error			total
	Game Flow	Interfície	Temari i contingut	
P 1	1	3	1	5
P 2	0	2	1	3
P 3	0	2	0	2
P 4	0	2	1	3
P 5	0	2	0	2
P 6	1	2	2	5
P 7	0	0	0	0
P 8	0	2	1	3
P 9	0	3	1	4
P 10	1	2	1	4
P 11	1	2	1	4
P 12	1	1	1	3
P 13	0	4	0	4
P 13	0	3	1	4
P 14	0	2	1	3
TOTAL	5	32	12	49

Taula 4-4 Errors i problemes dels participants (P) segons el tipus d'error

S'han classificat aquests errors segons la seva prioritat i segons el nombre d'usuaris que han presentat la mateixa dificultat o opinió. Partint d'aquesta classificació es mostren aquests errors en la següent taula:

Aspectes negatius captats durant la sessió de tasques i l'entrevista	num.	Prioritat
No inicia el tutorial i fa quick Start.	12	1
No mou la càmera en cap direcció.	9	1
Modifica la qualitat gràfica utilitza les estrelles en lloc del botó d'increment.	9	1
No te clar quan s'ha de fer selecció múltiple a les preguntes del professor.	5	2
Costa veure be els components interns de l'ordinador.	7	2
Barra de registre/login massa curta.	3	3
Dificultat per identificar on està la taula de resultats.	3	3
Els colors causen confusió per a distingir els elements de l'ordinador.	2	4
Confusió sobre quin apartat del menú d'opcions està actiu (feedback).	2	4

Dificultats amb l'anglès.	2	4
No localitza el menú de registre.	1	5
Fa clic i arrossegar el ratolí per a intentar girar la càmera.	1	5

Taula 4-5 Taula de prioritats dels error i problemes d'usabilitat

En la taula anterior (Taula 4-5) s'assigna una prioritat a cada qüestió i s'ordenen aquestes en funció d'aquesta prioritat (on 1 és la prioritat màxima). Aquesta prioritat esta fixada en funció de la importància o urgència de modificar l'error d'usabilitat en funció del nombre de cops que s'han identificat i de la importància per al resultat i objectiu finals del joc.

Durant les entrevistes algunes de les preguntes que s'han formulat preguntes ja preparades i preguntes que s'han improvisat en funció de les observacions durant la sessió, comentaris o respostes als qüestionaris, podent-se donar el cas de demanar que justifiquin algunes respostes que hagin quedat poc clares del qüestionari. Les preguntes planificades en el guió del moderador són les següents:

En general has trobat el joc difícil d'utilitzar?
Recomanaries el joc a coneguts o amics, per a reforçar els seus coneixements en aquest àmbit?
T'ha resultat difícil identificar quins eren els components que podien ser la resposta?
Describeix que canviaries de la forma d'interactuar amb el punt de vista de l'escena.
Has trobat algun tema a faltar ? (Relacionat amb l'assignatura).
T'agradaria poder veure informació del temari de l'assignatura des del joc?

Taula 4-6 preguntes planificades per a l'entrevista

A més de problemes i errors d'usabilitat també se'n han extret aspectes positius que cal mencionar i remarcar, ja que ens serveixen com a guia o base per a estructurar l'ampliació de nivells del joc i la modificació dels aspectes negatius:

Aspectes positius captats durant la sessió de tasques i l'entrevista
Selecció dels components entenedora i clara.
Canvi del volum del so del joc fàcil i entenedor.
Localització i interpretació del menú de registre i d'entrada de sessió molt clar.
Instruccions clares, tot i que no les llegien amb gaire atenció.
Bon nivell d'anglès.
Temari apropiat i correcte.
Preguntes ben formulades i entenedores.
En general estan satisfets amb el joc.
Moviment de la càmera molt bo.
Diàleg de finalització dels nivells correcte i entenedor.
Estèticament atractiu, agrada l'estètica "minimalista" i els colors.
Mostra senyals de diversió i frustració positiva.
Agraden els comentaris esporàdics que fa el professor durant el joc.
En general agrada el personatge del professor.

Taula 4-7 Aspectes positius del joc captats durant les sessions de test

En les entrevistes s'han observat opinions de criteri personal de cada entrevistat que mostren aspectes que es podrien millorar, desenvolupar o redissenyar que també han servit com a criteri per tal d'ampliar el joc. Tot seguit es poden observar:

Propostes i opinions dels usuaris	
No afegirien mode de consulta de temari.	4
Creuen que es bona idea afegir temari esquemàtic per a poder-lo consultar.	3
Si haguessin de afegir un mode de joc seria de arrossegar components a les seves respectives connexions.	1
Afegirien un nivell amb perifèrics (E/S).	1
mantenir el tipus de joc.	4
Atractiu com a eina de repàs de conceptes.	9
Mantenir colors i visualització dels objectes.	5
Informar de la resposta correcta quan has fallat per tal de repassar mentre jugues.	1
il·luminar la part interior de l'ordinador per a poder visualitzar millor els components.	1
enfocament del joc fàcil i interactiu.	1
bastant útil per a repassar.	1
moviment i interacció amb la càmera molt fàcil.	2
Varietat de personatges i/o escenaris.	3

Taula 4-8 Propostes i opinions personals de les entrevistes i la quantitat d'usuaris

4.2.7 Decisions i conclusions resultants

Un cop recollits i avaluats els resultats es va prosseguir a definir quins seran aquells defectes i virtuts del joc que es voldran modificar, millorar o accentuar per tal de fer l'experiència de joc "a mida" dels usuaris que l'hauran d'utilitzar.

Conclusions concretes dels tests, les entrevistes i els qüestionaris

A continuació es presenten totes les conclusions a les que s'ha arribat un cop avaluades totes les dades (exposades en l'apartat 4.2.6) i que exposen les impressions recollides per l'observador.

- Les dificultats que presenten els usuaris al no saber com moure la càmera a l'hora de començar el joc estan relacionades amb el fet de que ningú ha iniciat el tutorial (on el professor es presenta i presenta el joc, al que s'accedeix des de les instruccions inicials que es mostren a cada nivell), la majoria van anar directament a QuickStart, o simplement no ha prestat suficient atenció o no ha entès les instruccions inicials de les instruccions del nivell mostrades en l'íamtege 4-1 (tot i que ells han admès haver llegit les instruccions). A continuació es mostra el menú des de on es té accés a les al tutorial i es poden llegir les instruccions del nivell 1.



Imatge 4-1 Instruccions d'inici de nivell des de on s'accedeix al tutorial o al inici ràpid

- El fet de que intentessin modificar els gràfics clicant a les estrelles pot ser degut a diferents raons: els botons designats per a fer-ho (Increase i Decrease) no són suficientment diferenciables i intuïtius, al seu posicionament o que els usuaris perceben la “*affordance*” de les estrelles com un element a ser clicat. A continuació es poden observar les estrelles que indiquen la qualitat gràfica.



Imatge 4-2 Menú de configuració dels gràfics (versió inicial)

- Les dificultats que han presentat amb l'anglès no són una preocupació a tenir en compte ja que es pretén que practiquin l'ús d'aquest idioma i en els qüestionaris no ha obtingut una puntuació dolenta.
- Pel que fa a la dificultat de visualització dels components interns, està lligat al contrast entre colors (segons pocs usuaris) i a la mala il·luminació de la zona (segons un nombre més alt d'usuaris), per tant no es degut a la seva posició ni a l'angle de la càmera.
- Referent a les respostes de selecció múltiple, els usuaris no saben ben bé si tenien que seleccionar més d'un element, fet que intencionadament en un joc seriós d'aquesta mena es molt comú, ja que l'objectiu és fer que l'usuari pensi i analitzi les preguntes per tal d'identificar quin o quins elements haurà de seleccionar per a respondre correctament.
- La diversió durant la sessió del joc, tot i no haver resultat molt elevada, es pot veure influenciada pels resultats que hagin obtingut els usuaris, ja que això afecta al sentiment de frustració. També es pot reflexionar sobre com un canvi en el tipus de joc (per exemple d'aventures) pot millorar la diversió dels usuaris.

Planificació de canvis i solucions per al joc

Davant de les anteriors conclusions, proposem doncs els següents canvis o **modificacions del joc**:

- Com a més prioritari, es facilitarà més l'accés i la visualització de les instruccions per tal de que els usuaris puguin assabentar-se més fàcilment de com interactuar amb la càmera. Per a fer-ho s'afegirà un element gràfic durant el joc a la GUI, que romandrà actiu els primers 20 segons de joc de cada nivell, que consistirà en un petit esquema de com interactuar amb la càmera, a més aquest mateix esquema reemplaçarà les instruccions escrites de interacció amb la càmera, ja que els usuaris no les llegien.
- Es voldrà solucionar la dificultat de visualització de l'interior de l'ordinador, dotant d'una Font de llum la zona i podent apropar una mica més la càmera.
- Per donar suport a la segona mesura, es modificarà l'ordinador del segon nivell traient la tapa que dificultava la rotació de la càmera i suprimint la tapa frontal de la caixa d'aquest, de manera que s'aporta un angle de visualització lateral que permet veure millor el CD, els discs durs, les connexions i les RAM de l'ordinador.
- Caldrà suprimir les estrelles d'indicació de la qualitat gràfica, substituint-les per un altre element que permeti la seva correcta visualització i no reporti la mateixa "afordance" que les estrelles i no condueixi a errors a l'usuari.

Ampliacions del joc:

Desenvolupar un tercer nivell focalitzat en dispositius perifèrics. On el professor virtual realitzarà preguntes relacionades amb aquests dispositius i el jugador haurà de seleccionar-los depenent del text de la pregunta.

A més, per a dotar de varietat a aquest nivell, s'afegirà un tercer tipus de pregunta (a la versió original hi havia només 2 tipus de preguntes) que oferirà informació de diferents elements del mateix tipus (per exemple, impressores i les característiques associades a aquestes) de manera que l'usuari tindrà que prendre la decisió de quina s'adequa més a les necessitats d'usuari que el professor exposarà.

Per tal de dotar de components a aquest nivell s'hauran de planificar i dissenyar funcions i elements 3D nous, així com també la visualització de puntuacions del nou nivell, les transicions entre nivells i altres menús que reflecteixin informació referent als nivells (com per exemple començar un joc un cop identificat amb un usuari i contrasenya vàlids).

5 Anàlisi

En aquest apartat es mostren els diferents diagrames i esquemes tant del joc VirtualPC com de l'aplicació web VirtualPC Administrator. Primerament es detallen els esquemes i diagrames referents al joc i després els referents a l'aplicació web.

5.1 Joc: VirtualPC

A continuació trobem els apartats corresponents al anàlisi de les modificacions, ampliacions i millores del joc VirtualPC.

5.1.1 Mecànica del Joc

El gènere del joc desenvolupat és *RPG* o joc de rol. En aquest tipus de jocs els jugadors interpreten un paper i realitzen un seguit de tasques per anar avançant. En el joc creat hi apareixen dos personatges: el jugador, que interpreta el paper d'alumne, i el mestre, personatge no jugador o *NPC*, que realitza el paper de professor d'informàtica. El personatge del professor, controlat pel propi programa, té assignat un model 3D propi que es mostra en tot moment i va dirigint el joc. Tota l'acció es desenvolupa dins un espai o entorn virtual que representa el despatx del professor. Els tres nivells de l'aplicació segueixen el mateix argument: l'alumne visita el despatx del professor on, i mitjançant un ordinador ubicat sobre una taula, el mestre formula un seguit de preguntes.

Quan el nivell del joc s'inicia, i després de visualitzar les instruccions, comença l'acció. El professor va formulant preguntes de parts de l'ordinador, que han de ser respostes pel jugador seleccionant el component correcte. El programa incorpora també informació del nivell: puntuació i temps. Quan es respon una pregunta correctament, la puntuació s'incrementa i en cas contrari no es modifica. El temps final, el determina la suma de tots els temps necessaris per trobar la resposta a cada qüestió plantejada.

Els tres nivells del joc actual inclouen 10 preguntes triades de forma aleatòria d'un conjunt més ampli, aproximadament unes 25. Aquesta selecció aleatòria es realitza per tal d'afavorir la jugabilitat en repetir un mateix nivell, així les preguntes varien a cada partida. Cada pregunta correcta suma 10 punts. Per superar un nivell s'ha d'assolir una puntuació igual a superior a 70, respondre correctament 7 preguntes. Els resultats més alts obtinguts pels jugadors enregistrats i autenticats en el sistema, s'emmagatzemen a la base de dades i poder ser visualitzats. En cas de puntuacions iguals, s'utilitza el temps per identificar el millor resultat.

5.1.2 Casos d'ús

5.1.2.1 Diagrama de casos d'ús



Diagrama 5-1 Diagrama de casos d'ús del joc

5.1.2.2 Descripció de casos d'ús

A continuació es descriuen els casos d'ús de jugar el tercer nivell i de començar un joc nou, ja que aquest pot implicar el nou nivell afegit la resta de casos d'ús es poden trobar en el projecte de final de grau que precedeix aquest [1].

Nom:	UC1– Començar joc nou
Actor:	Usuari
Descripció:	Procés d'inici del nivell de joc
Precondicions:	L'usuari es troba al menú principal
Flux Bàsic:	

1. L'usuari prem el botó New Game del menú principal. 2. El sistema inicia el primer nivell del joc.
Flux Alternatiu: 2a1. El sistema detecta que l'usuari està autenticat. 2a2. El sistema mostra els nivells disponibles (actius pel jugador). 2a3. L'usuari prem el botó: First level (anar a UC2), Second level (anar a CU3) o Third level (anar a CU4).
Postcondicions: L'usuari ha finalitzat el tercer nivell del joc

Nom:	UC4– Jugar Tercer Nivell
Actor:	Usuari i Base de dades
Descripció:	Execució del tercer nivell del joc
Precondicions:	L'usuari es troba al inici del tercer nivell
Flux Bàsic: 3. El sistema inicia el tercer nivell del joc , carrega el model de l'escriptori amb els perifèrics de l'ordinador i mostra la finestra d'instruccions. 4. El sistema, mitjançant el professor, realitza una pregunta a l'usuari de selecció de component visual de l'ordinador. 5. L'usuari selecciona el component de l'ordinador. 6. El sistema avalua la resposta de l'usuari i actualitza les dades del HUD. 7. Es retorna al pas 2 fins acabar les preguntes del nivell. 8. El sistema mostra els resultats obtinguts al nivell i actualitza el resultat de l'usuari, enregistrat a la base de dades. 9. L'usuari prem el botó: <i>Tryagain</i>(anar al pas 1) o <i>Nextlevel</i> (anar a UC3).	
Flux Alternatiu:	
Postcondicions: L'usuari ha finalitzat el tercer nivell del joc	

Taula 5-1 UC 4 jugar tercer nivell

5.1.2.3 Model de domini

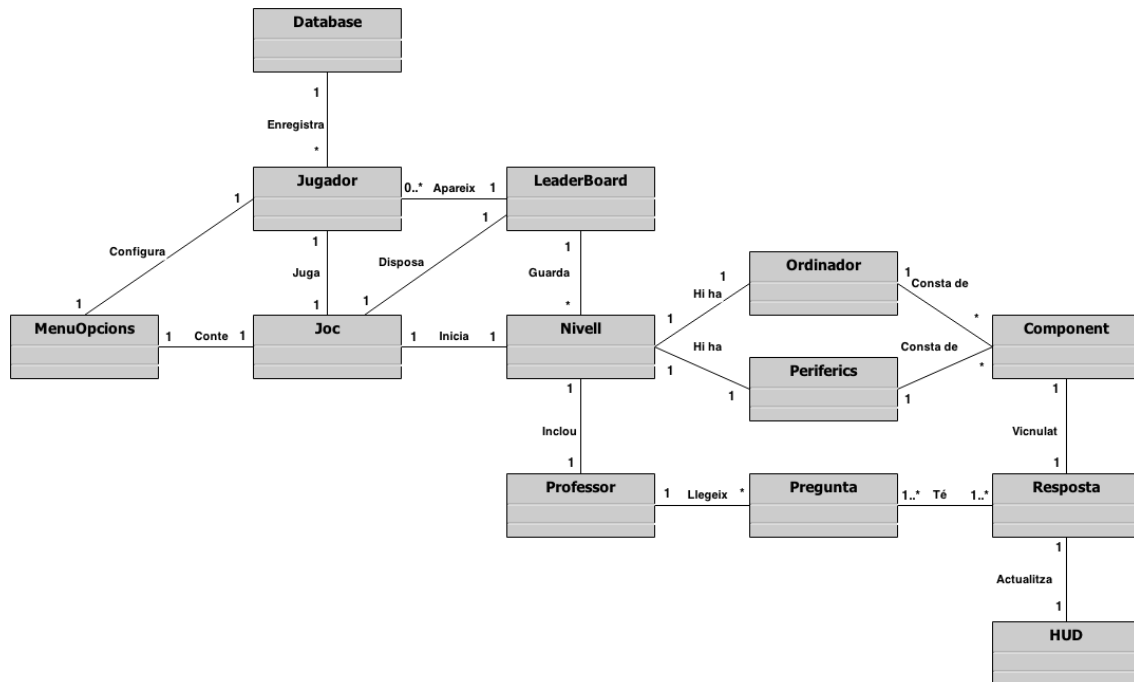


Diagrama 5-2 Model de domini

5.2 Aplicació Web: VirtualPC Administrator

VirtualPC Administrator és una petita aplicació web amb un servidor PHP dirigida al professor de l'assignatura que, mitjançant la consulta de la base de dades MySQL de XAMPP que utilitza el joc, permet al professor consultar les dades i notes dels alumnes, també la pujada, baixada i eliminació de dades.

5.2.1 Casos d'ús

5.2.1.1 Diagrama de casos d'ús



Diagrama 5-3 Diagrama de casos d'ús de l'aplicació web

5.2.1.2 Descripció de casos d'ús

Nom:	UC1 – Afegir usuari (csv)
Actor:	Usuari i base de dades
Descripció:	Procés d'exploració de fitxers i pujada d'un fitxer de tipus csv amb les dades pertinents als usuaris nous mitjançant delimitadors.
Precondicions:	L'usuari es troba a index.html (menú principal) o a qualsevol pagina que permeti accedir a aquesta opció.

Flux Bàsic: 1. L'usuari prem el botó "Upload" del menú. 2. El sistema mostra la pagina upload.html. 3. L'usuari prem el botó "charge csv to data base". 4. L'usuari prem l'explorador de fitxers de l'aplicació. 5. L'usuari selecciona un arxiu vàlid. 6. L'usuari introdueix la contrasenya per identificar-se. 7. El sistema fa un Insert a la base de dades amb les taules generades amb les dades del csv.
Flux Alternatiu: 7a1. El sistema no pot afegir a la base de dades perquè el fitxer no es vàlid. 7a2. El sistema mostra una pàgina d'error. 7b1. El sistema no es pot connectar a la base de dades. 7b2. El sistema mostra una pàgina d'error.
Postcondicions: L'usuari es troba al menú principal.

Taula 5-2 UC 1 afegir csv

Nom:	UC2 – Veure usuaris registrat
Actor:	Usuari i base de dades
Descripció:	Procés de mostreig del registre d'usuaris a la base de dades.
Precondicions:	L'usuari es troba a index.html (menú principal) o a qualsevol pagina que permeti accedir a aquesta opció.
Flux Bàsic: 1. L'usuari prem el botó "Scores" del menú. 2. El sistema mostra la pagina de puntuacions. 3. El sistema mostra la taula d'usuaris. 4. L'usuari prem el botó back per a retornar al menú inicial o home.	
Flux Alternatiu:	
Postcondicions:	L'usuari es troba al menú principal.

Taula 5-3 UC 2 veure usuaris registrats

Nom:	UC3 – Consultar puntuacions
Actor:	Usuari i base de dades
Descripció:	Procés de consulta de notes que dirigeix l'usuari a la pàgina de filtratge de visualització de notes segons paràmetres.
Precondicions:	L'usuari es troba al índex (menú principal) o a qualsevol pagina que permeti accedir a aquesta opció.
Flux Bàsic: 1. L'usuari prem el botó Scores del menú. 2. El sistema mostra la pagina scores.	

3. L'usuari prem un botó del menú de filtratge. 4. El sistema mostra el resultat de la consulta de filtratge. 5. L'usuari prem el botó "id" del menú de filtratge. 6. El sistema genera una consulta en funció dels identificadors dels usuaris.
Flux Alternatiu: 3a1.- L'usuari prem el botó "username" del menú de filtratge. 3a2.- El sistema genera una consulta en funció del nom d'usuari. 3b1.- L'usuari prem el botó "UB membres" del menú de filtratge. 3b2.- El sistema genera una consulta sobre tots els usuaris registrats amb correu de la UB. 3c1.- L'usuari prem el botó "Level 1" del menú de filtratge. 3c2.- El sistema genera una consulta en funció de les puntuacions del nivell 1. 3d1.- L'usuari prem el botó "Level 2" del menú de filtratge. 3d2.- El sistema genera una consulta en funció de les puntuacions del nivell 2. 3e1.- L'usuari prem el botó "Level 3" del menú de filtratge. 3e2.- El sistema genera una consulta en funció de les puntuacions del nivell 3.
Postcondicions: L'usuari es troba a la pàgina marks .

Taula 5-4 UC 3 consultar notes

Nom:	UC4 – Descarregar txt amb notes
Actor:	Usuari i base de dades
Descripció:	Procés de descarrega d'un fitxer .txt amb les notes dels usuaris.
Precondicions:	L'usuari es troba al índex (menú principal) o a qualsevol pagina que permeti accedir a aquesta opció.
Flux Bàsic: 1. L'usuari prem el botó download. 2. El sistema actualitza (o crea si no existeix) un fitxer txt amb les notes de tots els alumnes a partir d'una consulta a la base de dades. 3. El sistema espera 30 segons. 4. El sistema redirigeix a l'usuari a la pàgina principal.	
Flux Alternatiu: 3a1.- L'usuari prem el botó "download txt file". 3a2.- El sistema inicia la descarrega del fitxer.	
Postcondicions: L'usuari es troba a la pàgina menú inicial.	

Taula 5-5 UC 4 Descarregar txt amb notes

Nom:	UC5 – Accedir a la guia
Actor:	Usuari
Descripció:	Procés de visualització de l'ajuda ràpida de l'aplicació.

Precondicions:	L'usuari es troba al índex (menú principal) o a qualsevol pagina que permeti accedir a aquesta opció.
Flux Bàsic: 1. L'usuari prem el botó "help". 2. El sistema redirigeix a l'usuari a la pagina help. 3. El sistema mostra una guia ràpida d'ús de l'aplicació.	
Flux Alternatiu:	
Postcondicions: L'usuari es troba a la pàgina menú inicial.	

Taula 5-6 UC 5 Accedir a la guia

Nom:	UC6 –Accedir al menú d'esborrat de la base de dades
Actor:	Usuari
Descripció:	Procés de visualització del menú remove.
Precondicions:	L'usuari es troba al índex (menú principal) o a qualsevol pagina que permeti accedir a aquesta opció.
Flux Bàsic: 1. L'usuari prem el botó remove. 2. El sistema redirigeix al usuari a la pagina remove. 3. Saltar a casos d'ús 13, 14, 15.	
Flux Alternatiu:	
Postcondicions: L'usuari es troba a la pàgina remove.	

Taula 5-7 UC 6 Accedir al menú d'esborrat de la base de dades

Nom:	UC7 – Esborrat del registre de la base de dades
Actor:	Usuari i base de dades
Descripció:	Procés d'esborrat complet de les dades de la base de dades.
Precondicions:	L'usuari es troba a la pàgina remove.
Flux Bàsic: 1. L'usuari prem el botó "remove all users". 2. El sistema demana autenticació a l'usuari. 3. L'usuari introdueix una contrasenya. 4. El sistema demana confirmació de l'acció. 5. El sistema esborra el registre complet de la base de dades.	
Flux Alternatiu: 3a1.- L'usuari introdueix una contrasenya no vàlida.	

3a2.- El sistema no esborra dades de la base de dades. 3a3.- El sistema mostra un missatge d'error.
Postcondicions: L'usuari es troba a la pàgina remove.

Taula 5-8 UC 7 Esborrat del registre de la base de dades

Nom:	UC8 – Esborrat d'un usuari de la base de dades
Actor:	Usuari i base de dades
Descripció:	Procés d'esborrat d'un usuari de la base de dades
Precondicions:	L'usuari es troba a remove
Flux Bàsic: 1. L'usuari entra el "username" d'un usuari. 2. L'usuari prem el botó "delete user". 3. El sistema demana autenticació a l'usuari. 4. L'usuari entra una contrasenya. 5. El sistema demana confirmació de l'acció. 6. El sistema esborra l'usuari de la base de dades.	
Flux Alternatiu: 3a1.- L'usuari introdueix una contrasenya no vàlida. 3a2.- El sistema no esborra dades de la base de dades.	
Postcondicions: L'usuari es troba a la pàgina remove.	

Taula 5-9 UC 8 esborrat d'un usuari de la base de dades

Nom:	UC9 – esborrat dels usuaris de la ub de la base de dades
Actor:	Usuari i base de dades
Descripció:	Procés d'eliminació del registre d'alumnes de la UB.
Precondicions:	L'usuari es troba a remove.
Flux Bàsic: 1. L'usuari prem el botó remove UB users. El sistema demana autenticació a l'usuari. 2. L'usuari entra una contrasenya. 3. El sistema demana confirmació de l'acció. 4. El sistema esborra el registre complet de la base de dades.	
Flux Alternatiu: 3a1.- L'usuari introdueix una contrasenya no vàlida. 3a2.- El sistema no esborra dades de la base de dades.	

Postcondicions: L'usuari es troba a la pàgina remove.
--

Taula 5-10 UC 9 Esborrat dels usuaris de la UB de la base de dades

5.3 Requisits

En aquest apartat de la memòria s'exposen les especificacions tècniques tant de hardware com software necessàries per poder jugar.

Com ja s'ha comentat anteriorment, el joc està dissenyat per ser executat en entorns: *Windows*, *Mac OS X* i *Linux*. Els requisits mínims de software per poder executar l'aplicació són: *Windows XP*, o posterior; *Mac OS X 10.5*, o posterior. És recomanable tenir actualitzats tots els controladors de l'equip.

Un cop analitzats els requeriments de software, cal parlar dels components de hardware que cal tenir per executar l'aplicació. El processador ha de tenir una velocitat recomanada de 2GHz. El joc utilitza aproximadament 250MB de memòria RAM, convé però que l'equip disposi de 2GB com a mínim per poder executar de forma correcte l'aplicació, així com els diferents processos del sistema operatiu. El joc funciona amb targetes de vídeo integrades, però el seu rendiment no és òptim.

Es recomana utilitzar una targeta gràfica dedicada, per tal de poder visualitzar tot el contingut amb una bona qualitat de detall visual. Qualsevol targeta posterior a l'any 2004 hauria de funcionar. Finalment, dir que l'espai lliure necessari al disc dur ha de ser aproximadament de 200 MB, depenent de la plataforma.

6 Disseny

6.1 Diagrames de seqüència

Tot seguit es mostra el diagrama de seqüència corresponent al cas d'ús que s'ha afegit en el projecte, que està definit al apartat 5.1.2.2. Per a veure els diagrames de seqüència referents al programa base del joc, consultar el projecte de fi de grau sobre el que està construït aquest.

UC4 – Jugar nivell 3

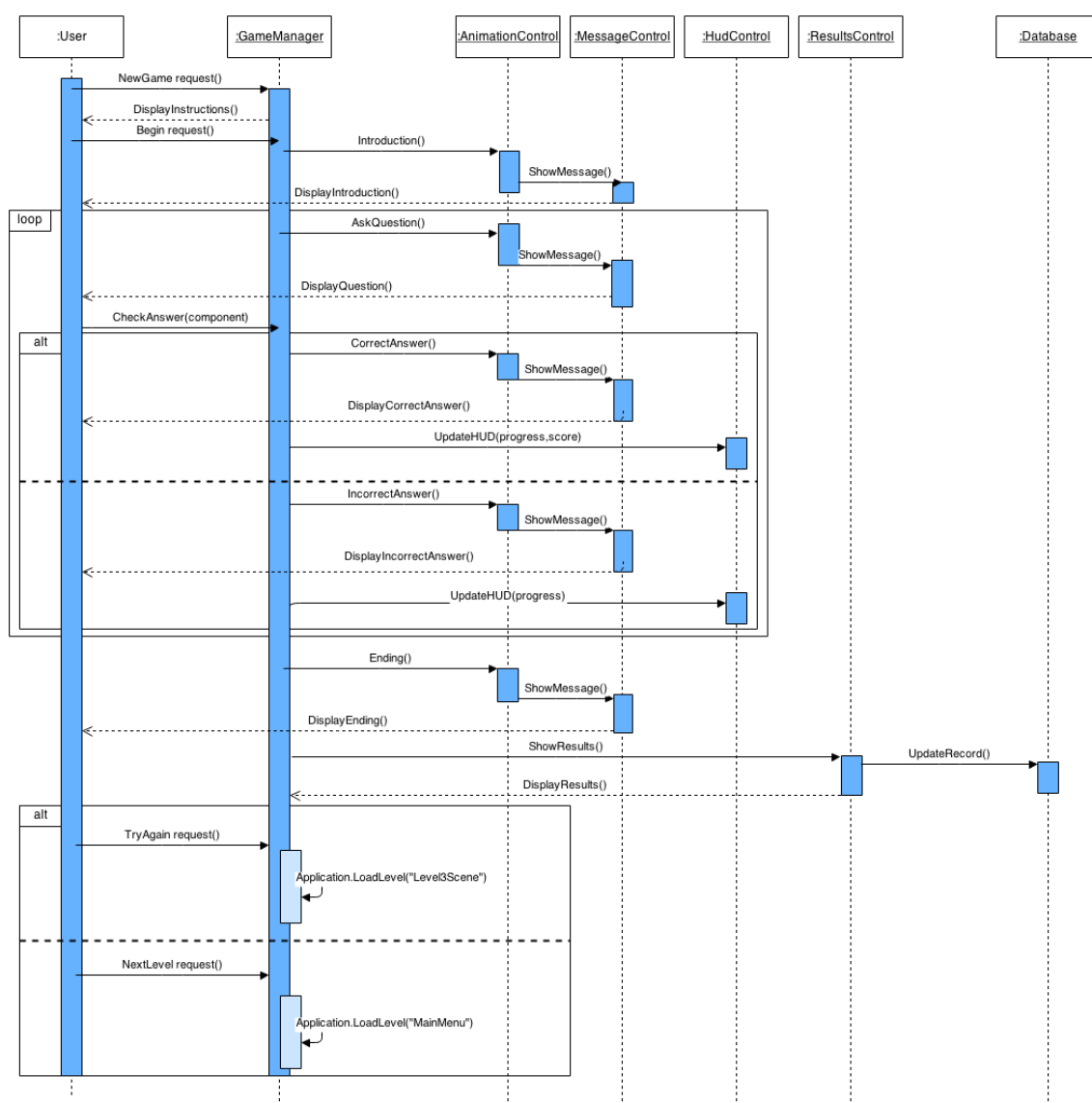


Diagrama 6-1 Diagrama de seqüència CU 4 jugar nivell 3

6.2 Diagrama de classes

A continuació es mostra el diagrama de les classes, variables i atributs de l'aplicació (joc) VirtualPC resultant en aquest projecte. En aquest diagrama de classes podem observar en color groc totes aquelles classes que s'han vist afectades per les modificacions i ampliacions, així com també, en negreta, els mètodes que s'han afegit per poder processar el nou tipus de pregunta per al nivell 3 i en subratllat els mètodes que s'han ampliat i modificat per a poder adaptar el joc per a contenir un tercer nivell.

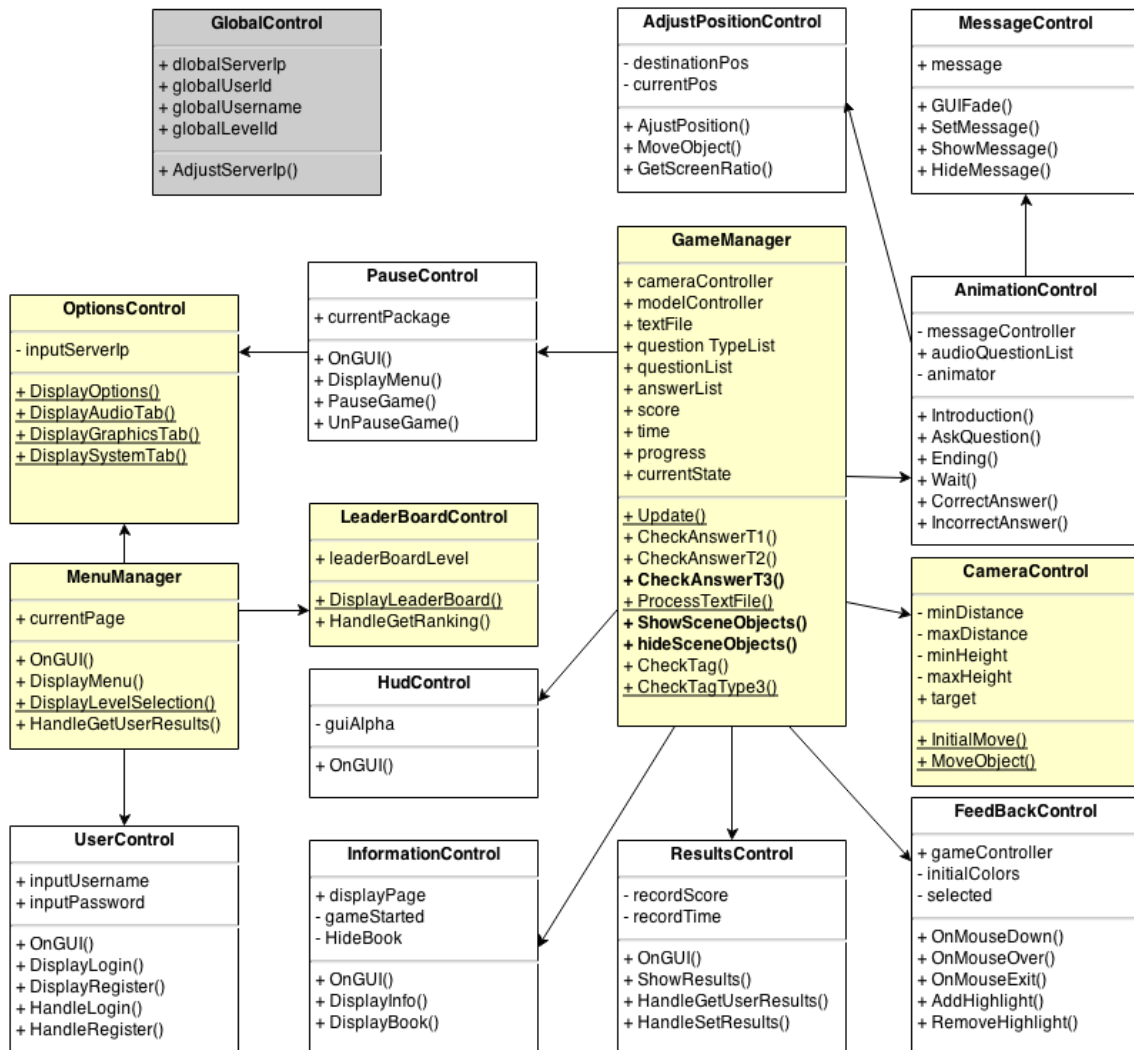
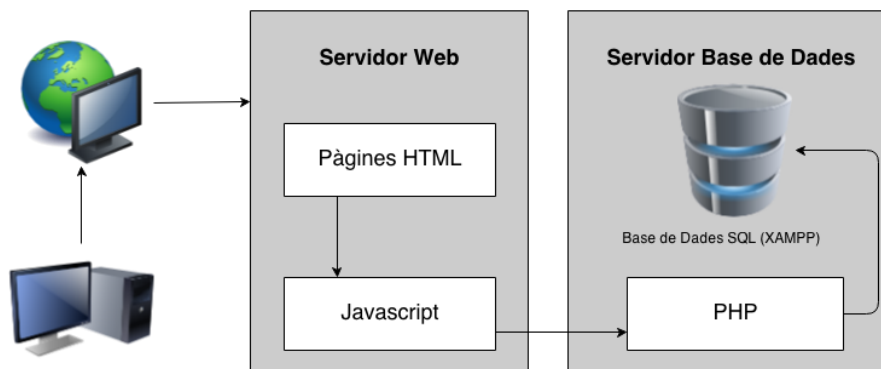


Diagrama 6-2 Diagrama de classes del joc

6.3 Interfície web

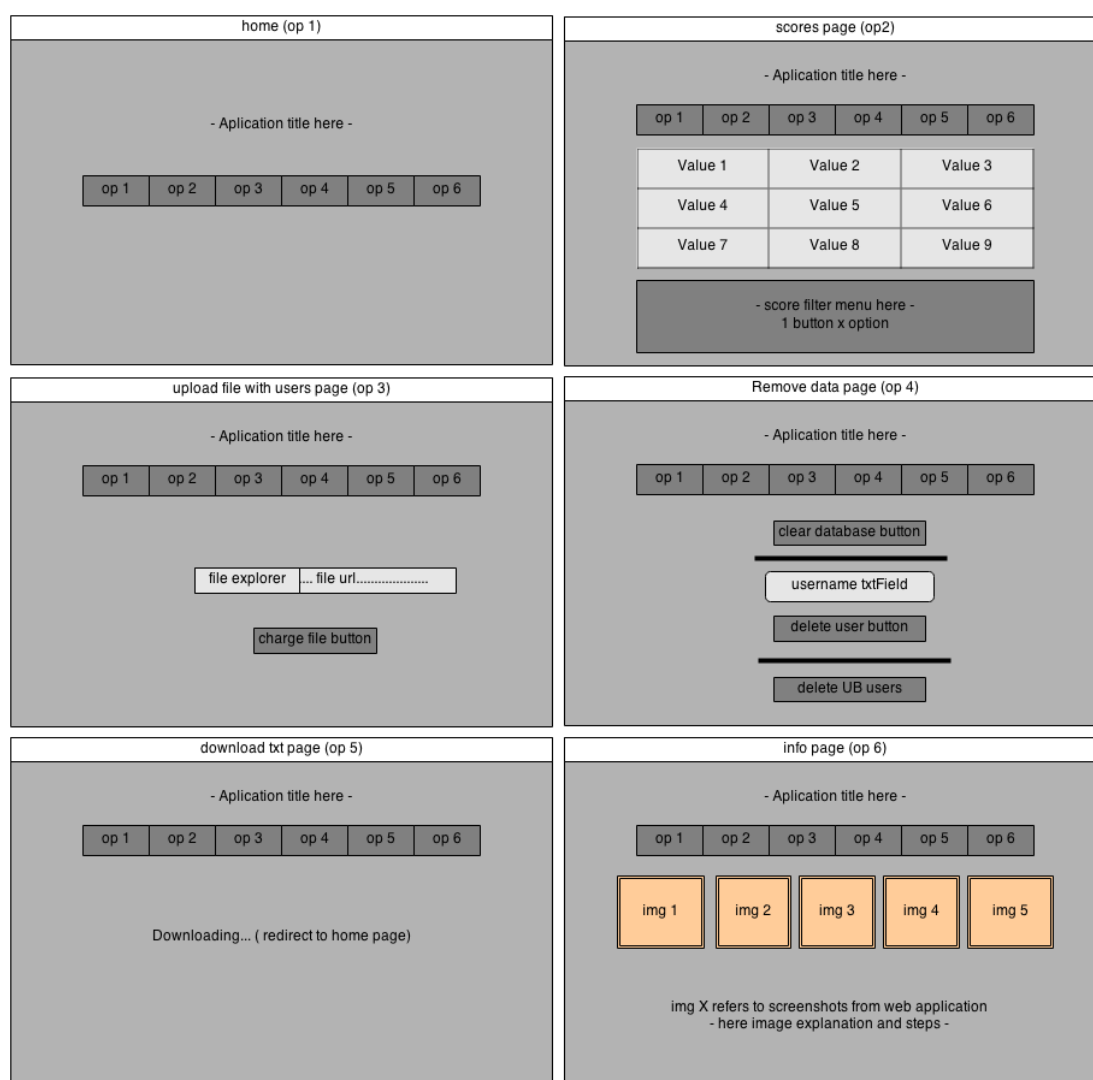
A continuació (Imatge 6-1) es pot veure l'arquitectura de la pàgina web on hi tenim un servidor PHP que es connectarà amb la base de dades XAMPP, una vista que seran els fitxers HTML + CSS i el nexce entre vista i model seran els fitxers Javascript.



Imatge 6-1 Arquitectura de la web VirtualPC Administrator

6.3.1 Interfície d'usuari

Per a desenvolupar l'aplicació web s'ha procedit a crear un esquema o mapa web en el que s'ha basat l'aplicació. A continuació es mostra l'esquema de l'aplicació final implementada per al projecte, en aquest es pot apreciar la distribució que es va pensar i que s'ha respectat a l'hora de implementar el disseny:



Imatge 6-2 Esquema de disseny de la interfície web

En aquest esquema es poden apreciar les diferents opcions de les que es disposarà en el menú principal, que serà visible des de qualsevol pàgina, així com també l'espai designat per a mostrar els resultats de les consultes a la base de dades. A més, es poden distingir les diferents eines de les que es disposarà.

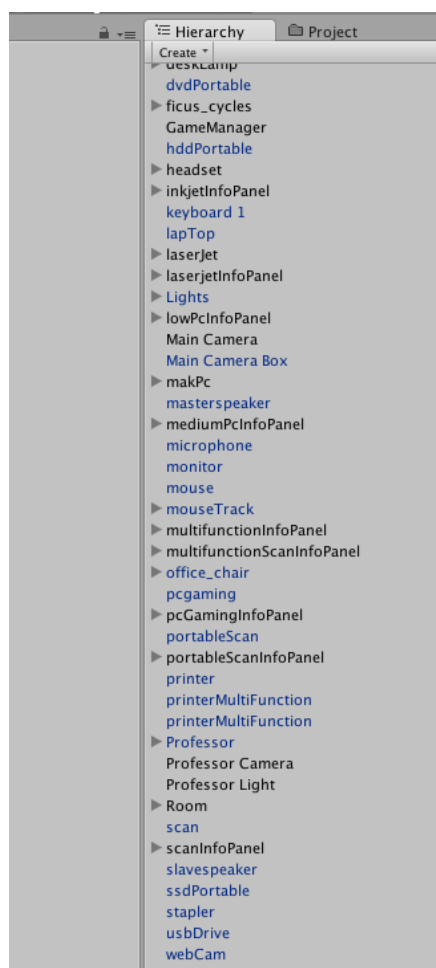
Per al disseny d'aquesta web s'han considerat els següents criteris d'usabilitat. S'ha procurat donar al usuari el màxim d'informació de la resposta del servidor i de les pàgines on es troba per tal de facilitar la comprensió de les diferents pàgines, per exemple remarcant en quina pàgina es troba o quina opció ha marcat (feedback). S'ha mantingut una distribució i estètica minimalista per tal de fer que l'usuari només es centri en el contingut i no tingui distraccions (simplicitat alhora que visibilitat). A més al proporcionar un menú d'ajuda a l'ús de l'aplicació. S'ha volgut potenciar la prevenció d'errors mitjançant múltiples diàlegs de confirmació, per assegurar que l'usuari està segur de voler realitzar l'acció sol·licitada.

7 Implementació i resultats

En aquest apartat es tracten aspectes relacionats amb el desenvolupament i la implementació de les ampliacions i modificacions del joc inicial (VirtualPC) i de l'aplicació web (VirtualPC Administrator). A més s'exposa el resultat final dels diferents processos de disseny i implementació dels objectes 3D, l'escena del nivell 3, els canvis en la GUI del joc i la interfície web.

7.1 VirtualPC

A continuació s'exposen els detalls del desenvolupament de les ampliacions (nivell 3) i modificacions del joc. A continuació es pot veure els “*GameObjects*” que conformen el nivell 3 (nivell d'ampliació del joc).



Imatge 7-1 vista GameObjects nivell 3

En la imatge anterior (Imatge 7-1) es poden observar els objectes que formen l'escena del nivell 3, en la seva visualització en l'explorador de l'escena de Unity.

7.1.1 Modelat dels objectes 3D

En aquest apartat es parlarà de tots els temes relacionats amb el disseny i modelat dels objectes 3D que s'han utilitzat per a dissenyar el tercer nivell del joc.

Inicialment només es van dissenyar els elements corresponents als objectes amb els que l'usuari haurà de interactuar per tal de superar el nivell. Posteriorment es van dissenyar i buscar elements de decoració.

Els models 3D de qualitat són considerablement costosos (monetàriament parlant), és per aquesta raó, que els gratuïts tenen en general, una qualitat molt inferior. Aquest fet provoca haver de realitzar redimensionaments, canvis de textures i materials i afegir i treure parts als gratuïts, per tal d'obtenir un producte final adequat i de qualitat.

Cal mencionar que, per aquest motiu, els elements descarregats que s'han aprofitat per algun component (com per exemple el ratolí) han estat enormement modificats per adaptar-los a les necessitats del joc.

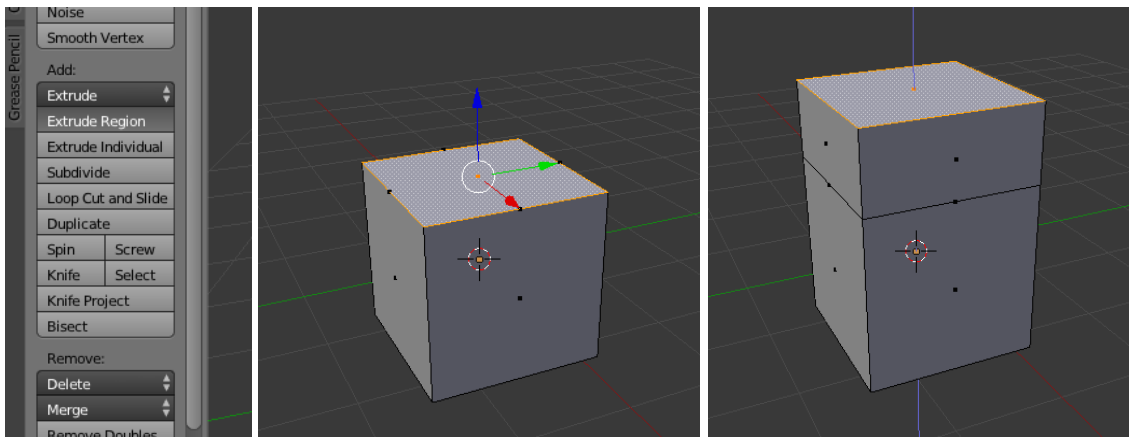
Per la resta d'elements s'ha optat pel disseny des de zero (en algunes ocasions partint d'imatges de models reals, com en la imatge 7-2) per tal de fer-los el més realistes possible, aprofitant els coneixements bàsics de blender dels que disposava i que s'han vist ampliat durant la realització d'aquest treball.



Imatge 7-2 Model de la impressora multifunció (esquerra) i imatge del model original (dreta) en que esta basat el model 3D

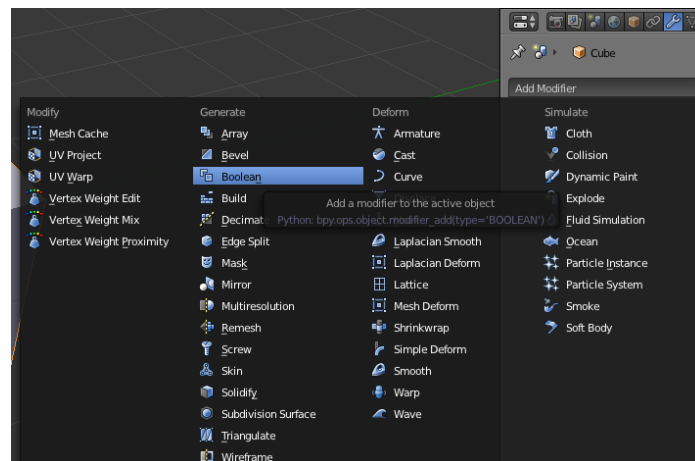
Per a poder iniciar el modelatge en Blender caldria mencionar les tècniques i conceptes principals que permeten maniobrar i modificar els diferents elements i formes que componen els objectes:

- Extrusió i combinació de cares, vèrtexs i arestes: ens permet generar un apèndix del vèrtex, aresta o cara seleccionat podent-lo desplaçar, rotar o escalar en la direcció desitjada.



Imatge 7-3 Menú extrusió blender, cub blender sense extrusió, cub blender amb extrusió exterior en l'eix Z

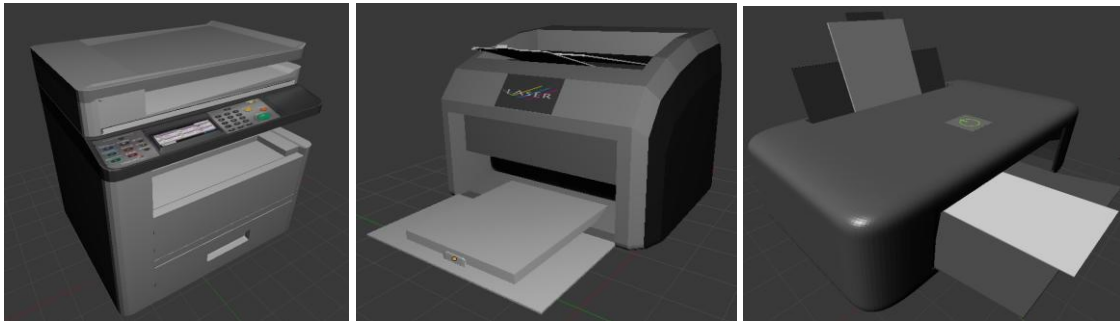
- Combinació d'objectes: per tal de poder millorar i acotar el “collider box” de unity per a cada objecte seleccionable (per l'usuari) s'han combinat els components i peces que formaven els models per tal de unificar-los en un sol objecte sòlid i indivisible.
- Texturització: blender permet 3 modes de texturització: mitjançant assignació de materials i colors a un element, aplicant una textura a partir d'un editor de pintura (mitjançant una eina de tipus pinzell, com en el cas de la impressora làser, Imatge 7-6) o aplicant una imatge local per adaptar textures (com per exemple el disc SSD, Imatge 7-8).
- Modificadors: ens permeten aplicar transformacions com per exemple arestes bisellades (bevel) i la diferència entre dos objectes (boolean, fent així possible retallar la superfície d'un objecte de la superfície d'un altre). Per exemple, si partim d'un cub i volem que aquest tingui un “forat” que el creua d'un extrem a un altre, es posiciona un cilindre de la mida que es vulgui alineat amb el cub i es fa un “boolean” del cub en base al cilindre, després s'elimina el cilindre i queda un cub amb un forat cilíndric.



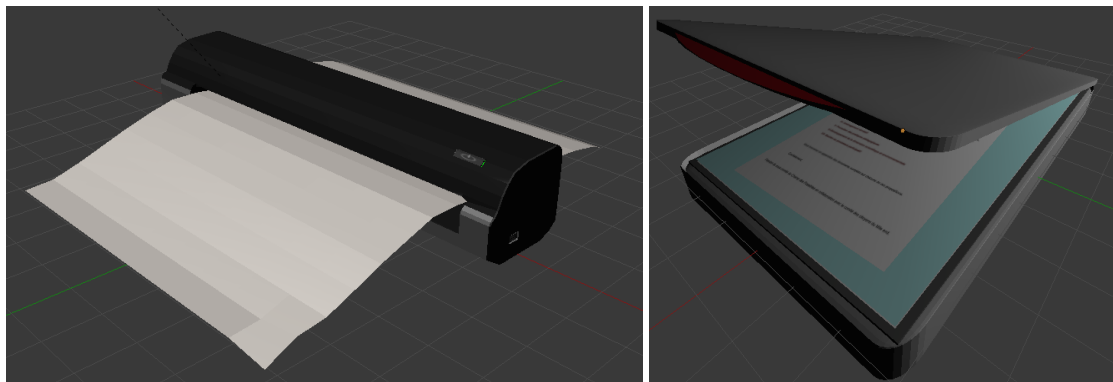
Imatge 7-4 menú de modificadors

- Exportació fbx: per tal de fer compatibles els objectes amb Unity i minimitzar la mida dels fitxer, s'ha optat per generar models fbx de cada objecte.

A continuació es poden veure un seguit d'imatges d'alguns dels elements que componen les respostes del joc:



Imatge 7-5 impressores: multifunció, làser i tinta

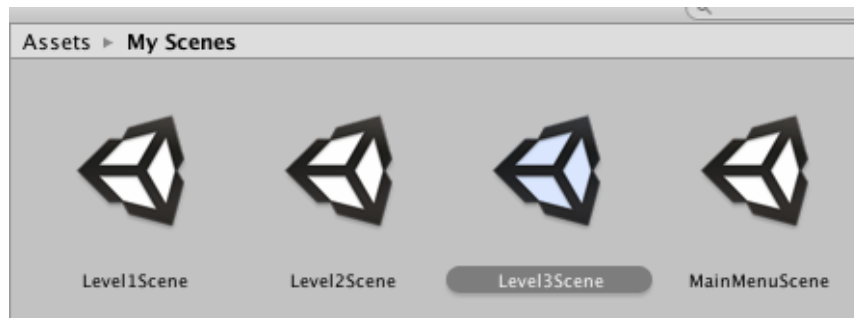


Imatge 7-6 escàners: portàtil i normal



Imatge 7-7 disc durs: magnètic i SSD, i ratolí

7.1.2 Modificacions del codi del nivell 3



Imatge 7-8 Arxiu corresponent a la escena del nivell 3 dintre del navegador del projecte

El tercer nivell està focalitzat en dispositius perifèrics. On el professor virtual realitza preguntes relacionades amb aquests dispositius i el jugador haurà de seleccionar-los depenent del text de la pregunta.

Per a poder dotar de funcionalitats al joc en base a les planificacions del nivell 3, s'han afegit funcions, atributs i modificacions de moltes funcions dels diferents scripts originals. N'és un cas el mostrar o ocultar els panells d'informació (`GameObject.infoPane`) de cada element corresponent a les preguntes de tipus 3 (explicat més a vall en l'apartat 7.1.6), funcionalitat per les quals s'han implementat dues funcions, `hideSceneObjects()` i `showSceneObjects()` que mostren o amaguen tots els elements necessaris en funció dels elements demanats a la pregunta.

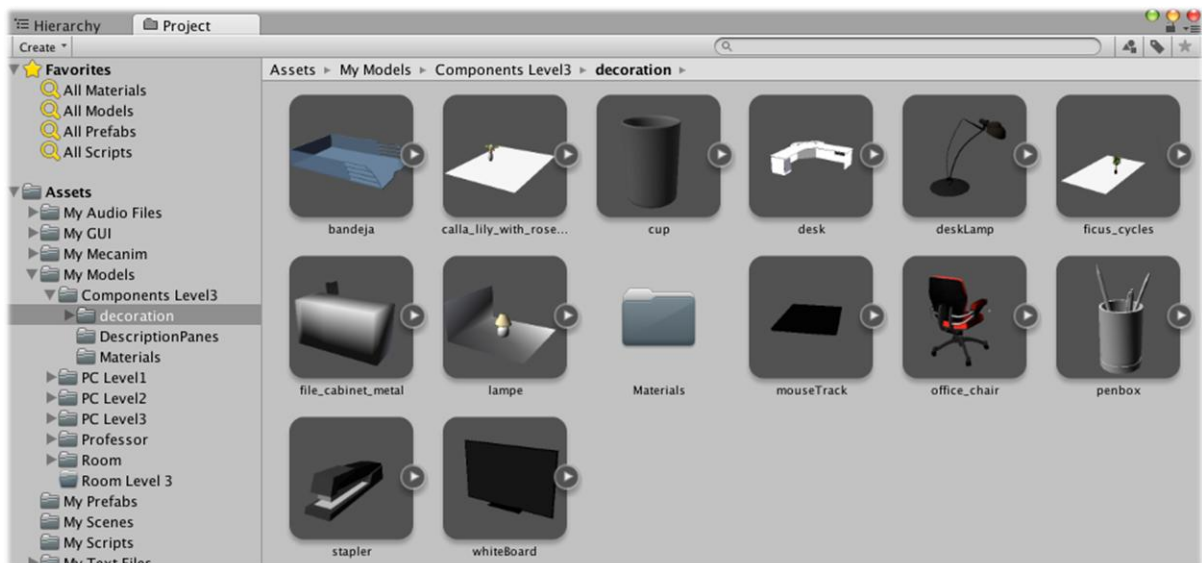
Un altra cas són modificacions sobre la GUI o sobre elements gràfics comuns a tots els nivells, tals com la imatge d'instruccions ràpides (apartat 7.1.3) o la qualitat gràfica (apartat 7.1.3).



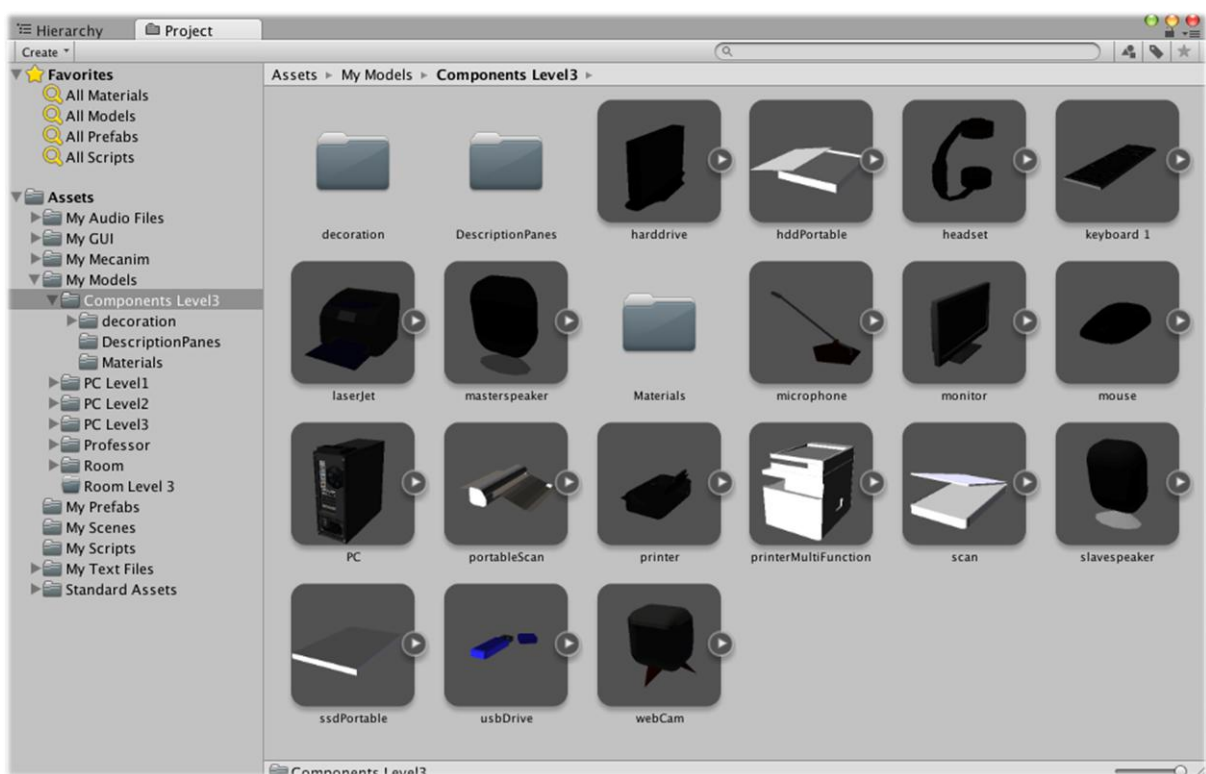
Imatge 7-9 Disposició dels elements de l'escriptori del nivell 3

A més s'han importat tots els objectes generats amb blender en format fbx que conformen els decorats i els elements per seleccionar (imatge 7-9), els quals s'han dotat d'un "collider" i un script de gestió del "feedback", que permet fer un "highlight"

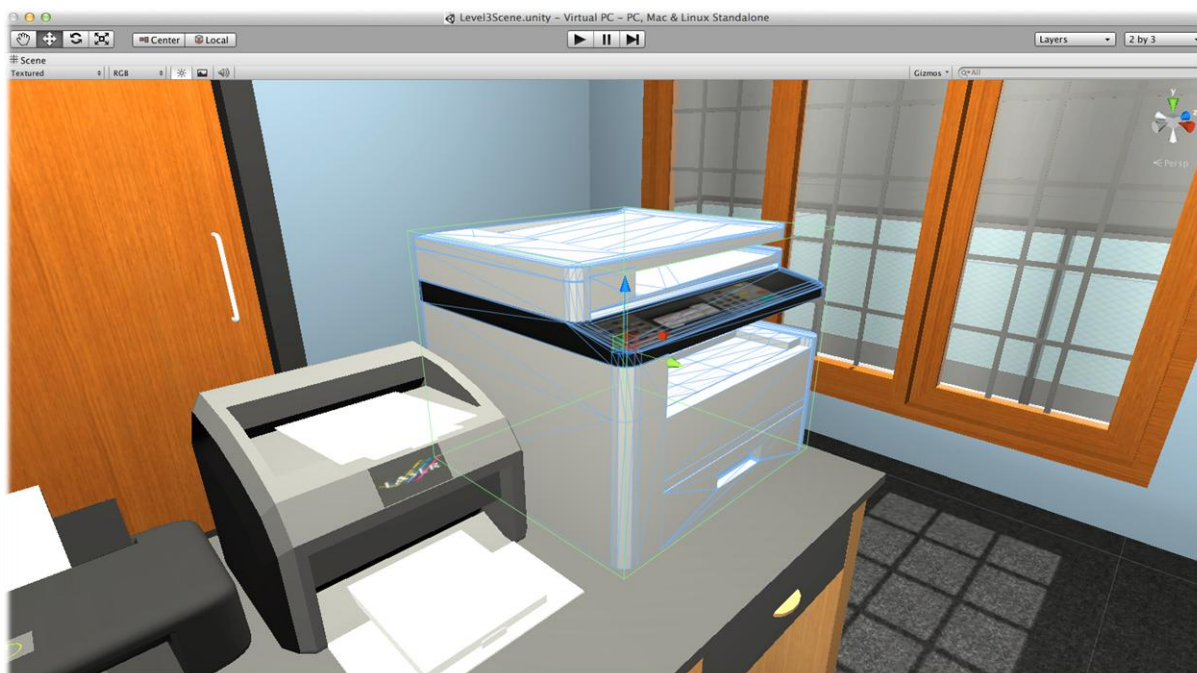
de l'objecte quan el ratolí hi és a sobre mitjançant la tècnica “ray-cast” (imatge 7-13 i imatge 7-14). A continuació (imatges 7-11 i 7-12) es mostra la visualització d'alguns dels elements de l'escena en el navegador de Unity.



Imatge 7-10 Elements de decoració del nivell 3 en el navegador del projecte



Imatge 7-11 Objectes de les respostes dins del navegador del projecte del nivell 3



Imatge 7-12 Vista d'un objecte amb collider box a l'editor

A continuació es mostra el resultat de la configuració dels objectes, on s'ha seleccionat un element durant la partida:



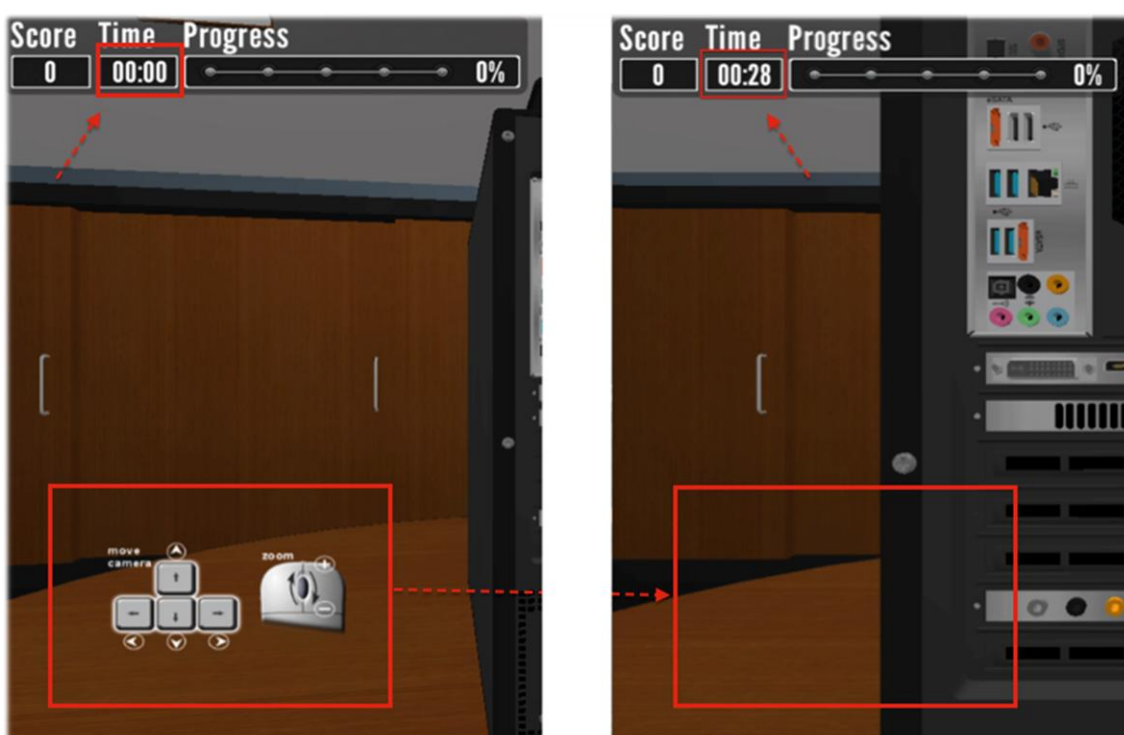
Imatge 7-13 Selecció de la impressora multifunció en temps de joc amb "highlight"

A més, en referència amb les preguntes de tipus 3 s'han afegit els panells de mostra de les característiques dels elements de la pregunta que han d'estar actius. A la Imatge 7-14 es pot veure un exemple de pregunta de tipus 3 en el joc:

7.1.3 Modificacions de la GUI

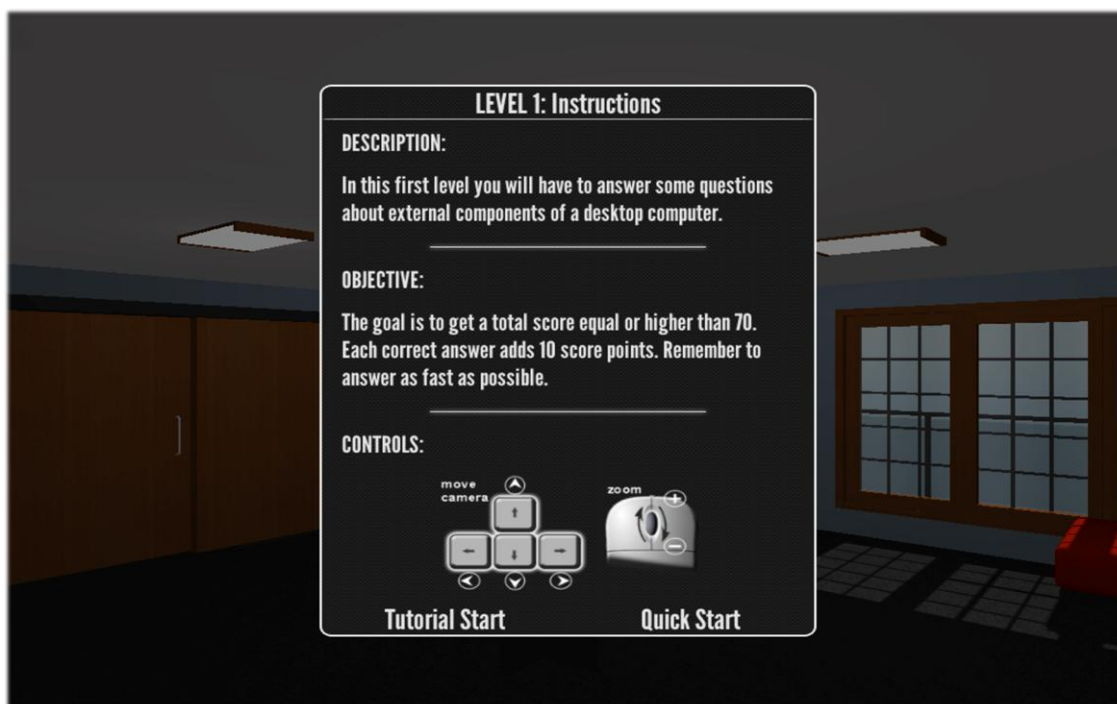
La GUI del joc s'ha vist afectada per un seguit de modificacions, que s'han decidit partint dels resultats i conclusions extretes de l'anàlisi i avaluació de la usabilitat del joc inicial (secció 4.2.7).

Primer, com a més prioritari, es volia facilitar l'accés i la visualització de les instruccions per tal de que els usuaris poguessin assabentar-se més fàcilment de com interactuar amb la càmera. S'ha afegit el següent element gràfic durant el joc a la GUI, que es pot visualitzar durant els primers 26 segons de joc de cada nivell:



Imatge 7-14 instruccions ràpides durant el joc, activades (Esquerra) i desactivades (dreta)

A més, s'ha substituït les instruccions d'interacció escrites del panell del nivell 0 pel mateix esquema, per intentar facilitar la visualització i la comprensió:



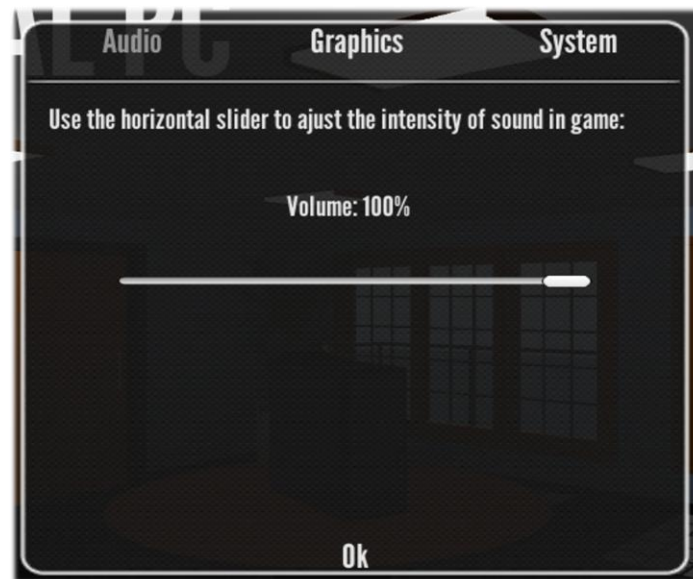
Imatge 7-15 Instruccions del nivell amb instruccions modificades

També es va decidir suprimir les estrelles d'indicació de la qualitat gràfica, substituint-les per un altre element que permeti la seva correcta visualització i no reporti la mateixa "afordance" que les estrelles. Es va decidir que aquest fos suficientment entenedor com per poder veure quan era la opció escollida i quin era el rang de valors de la qualitat gràfica que es podien fixar. Un cop introduït l'element i canviat de lloc els botons de increase i decrease per forçar al usuari a veure'ls més directament, el resultat és el següent:



Imatge 7-16 Menú de configuració de la qualitat gràfica

Adicionalment s'ha modificat el menú d'opcions, donant més amplada a la finestra que es visualitza (Imatge7-10) a la que se li ha incorporat un padding al contingut d'aquesta per ajustar el text amb uns marges per fer més agradable visualment el text.



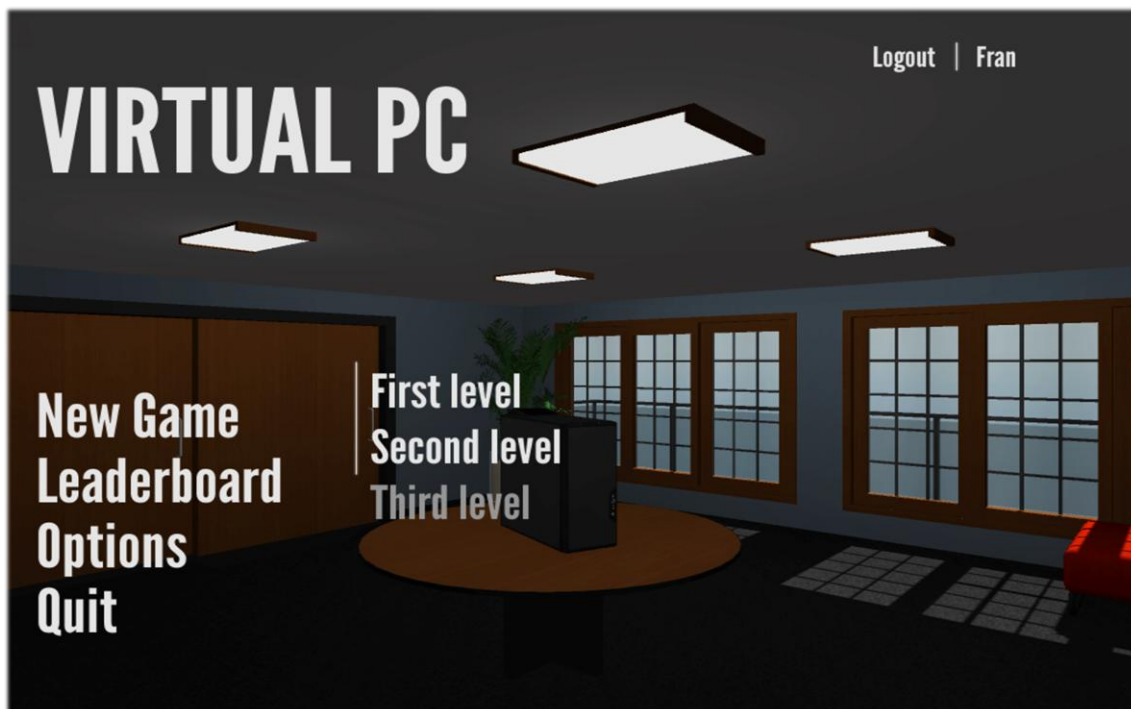
Imatge 7-17 Menú opcions amb padding del contingut

També s'ha modificat la GUI corresponent al menú principal, modificant el contingut de la "LeaderBoard", per tal de poder visualitzar les puntuacions del tercer nivell, incorporant, a més, els botons necessaris per poder navegar entre les diferents taules de visualització (una per cada nivell).

LEVEL 1: Leaderboard				LEVEL 2: Leaderboard				LEVEL 3: Leaderboard			
Rank	Username	Score	Time	Rank	Username	Score	Time	Rank	Username	Score	Time
1	Joana	100	00:34	1	Joana	100	01:19	1	Fran	80	01:55
2	Maria	100	00:54	2	Joan	90	01:37	2	-	-	-
3	Joel	100	01:15	3	Fran	90	01:47	3	-	-	-
4	Fran	100	01:39	4	David	90	01:52	4	-	-	-
5	Pere	100	01:42	5	Maria	80	01:23	5	-	-	-
6	Inma	100	03:04	6	Quim	70	01:32	6	-	-	-
7	Manel	90	02:05	7	Carles	60	01:35	7	-	-	-
8	Quim	90	03:43	8	Manel	40	02:53	8	-	-	-
9	Joan	80	01:08	9	Joel	40	02:54	9	-	-	-
10	David	80	01:36	10	Pere	20	02:03	10	-	-	-
11	Carles	70	02:53	11	-	-	-	11	-	-	-
12	Anna	50	01:45	12	-	-	-	12	-	-	-
13	Ernest	20	01:34	13	-	-	-	13	-	-	-
14	-	-	-	14	-	-	-	14	-	-	-
15	-	-	-	15	-	-	-	15	-	-	-
Prev	Ok	Next		Prev	Ok	Next		Prev	Ok	Next	

Imatge 7-18 Leaderboard del menú principal en les tres visualitzacions, una per cada nivell

També s'ha afegit, com es pot veure a la imatge 7-20 ,en l'opció "new game", la possibilitat de iniciar el joc des del tercer nivell (sempre que s'hagi iniciat sessió i es disposi de la puntuació del nivell dos igual o superior a 70).



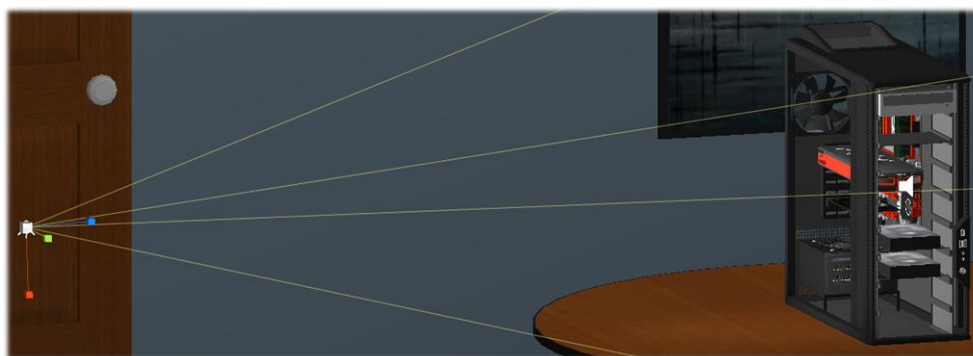
Imatge 7-19 Selecció del nivell al que es vol jugar per a un usuari amb sessió iniciada

Pel que fa a la resta de components de la GUI així com també als diàlegs de finalització dels nivells s'han mantingut respecte al model original.

7.1.4 Altres modificacions del Joc

Les modificacions del joc inicial, que no són referents a la GUI ni al nivell 3, però si estan basades en els canvis i decisions de disseny establertes en l'apartat 4.2.7 són:

- Il·luminació: en el nivell 2 es millora la il·luminació de l'interior de l'ordinador, dotant aquest d'una llum puntual que enfoca a l'interior, d'aquesta manera s'augmenta el contrast i la claredat de visualització dels components.



Imatge 7-20 Llum puntual PC nivell 2

- Supressió d'elements de l'ordinador: en el nivell 2 s'eliminen la porta lateral de l'ordinador i la porta frontal per tal de poder aconseguir un millor angle lateral

dels components, per visualitzar millor components com per exemple els discs durs.



Imatge 7-21 PC nivell 2

7.1.5 Àudio

Per tal de seguir amb la dinàmica i filosofia de joc i d'agilitzar i millorar la qualitat del joc, paral·lelament a la visualització del missatge de text, es reproduceix un fitxer d'àudio amb el mateix missatge llegit. Per realitzar la creació d'aquest arxiu, s'ha utilitzat el programa *eSpeak*, sintetitzador de parla, que produeix de forma artificial una aproximació a la parla humana. La llibreria de veu d'home utilitzada ha estat: *Joey (US English)*.

7.1.6 Fitxers de preguntes i respostes

Per a generar el tercer nivell es va planificar com a objectiu poder formular preguntes d'un tipus diferent de manera que ara, en lloc dels dos tipus inicials de preguntes(disponibles en el nivell 1 i en el nivell 2), es disposa d'un tercer tipus. Així doncs el disseny de les preguntes del joc és el següent:

- Tipus 1: Preguntes que tenen com a resposta vàlida un sol component. Dins aquest tipus s'hi poden trobar incloses preguntes amb una o més solucions possibles a la pregunta (de les que només cal respondre'n una).
- Tipus 2: Preguntes que tenen com a resposta vàlida múltiples components.
- Tipus 3: Preguntes que tenen com a resposta vàlida un únic component. Diferenciant-se del tipus de pregunta 1 en que hi han objectes que desapareixen de la escena i d'altres que apareixen, sent els visibles les possibles solucions de les que l'usuari haurà de seleccionar-ne una.

El contingut del fitxer de preguntes inclou en aquest ordre: el tipus de pregunta, la pregunta, i la resposta o respostes formades pels noms o *Tags* assignats als components. Per tal de separar cada element del fitxer de text, s'utilitzen caràcters especials. A més, per a les preguntes de nivell tres s'ha introduït un nou separador (diferent al de les respostes) que diferencia els elements que s'han de visualitzar

durant el temps de resposta de la pregunta. A continuació se'n pot veure un exemple:

"3/Which computer would you recommend to a user who use it for surfing the Web, reading the email and writing documents.&#lowPc%lowPc%mediumPc%gamingPc"

En el aquest enllaç es pot veure el nivell 3 en execució.

7.2 Aplicació web

Una de les tasques proposades com a objectiu era la de crear un mecanisme, per al professor de l'assignatura, que permetés visualitzar les puntuacions que obtenen els alumnes i gestionar l'entrada i sortida d'alumnes del registre de la base de dades. A continuació es mostra l'estructura de carpetes i fitxers de l'aplicació web desenvolupada:

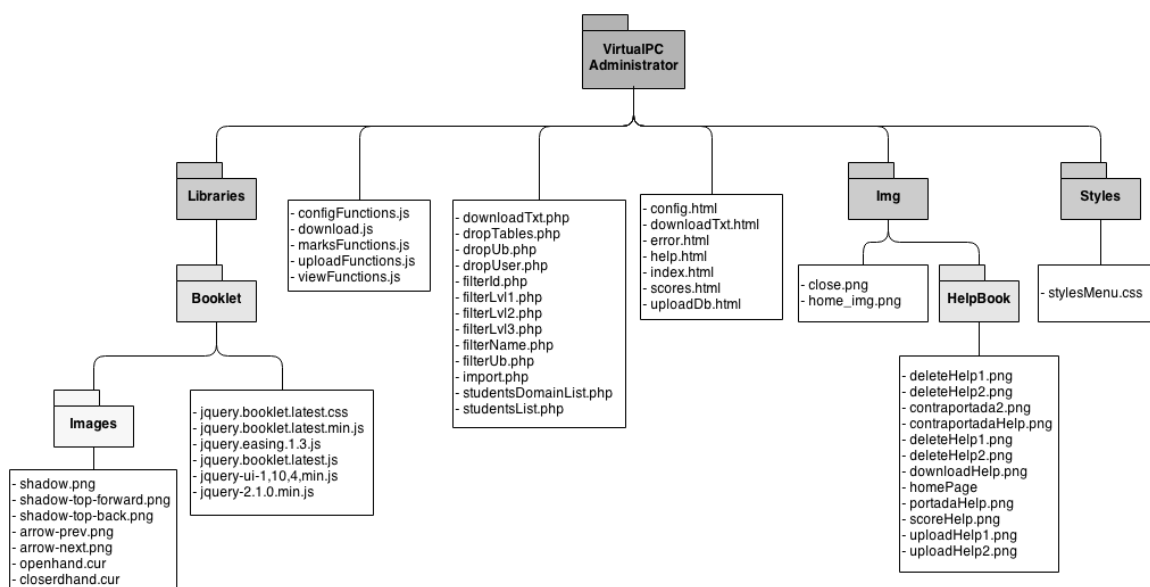


Diagrama 7-1 Diagrama de directoris de la web VirtualPC Administrator

Per a realitzar la part del servidor, que és l'encarregada de fer la connexió amb la base de dades, s'ha implementat mitjançant PHP. A continuació es mostra un petit diagrama de les taules de la base de dades:

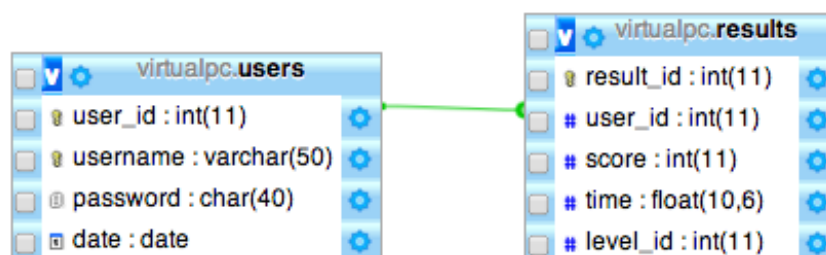


Diagrama 7-2 Diagrama de la base de dades VirtualPC

Per tal de fer més senzilla la comprensió del codi s'han implementat diferents fitxers PHP que identifiquen i implementen un servei per a una funcionalitat de l'aplicació. Pel

que fa a la connexió entre la vista i el servidor, s'ha emprat Javascript amb metodologia Ajax i jQuery per tal de capturar els “events” dels botons i altres elements de la interfície HTML per gestionar la crida als fitxers PHP, carregant així en els elements designats com a “resultsHint” els resultats de les consultes.

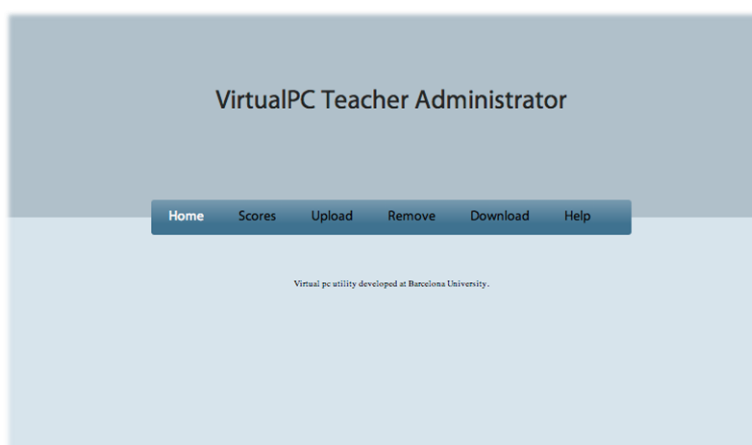
S'ha incorporat la opció de millorar la seguretat de totes les accions que comporten eliminar o inserir dades a la base de dades mitjançant un sistema d'usuaris amb permisos d'administració amb claus xifrades.

Md5 és el xifratge que s'ha escollit per a l'aplicació, aquest és un algoritme de reducció criptogràfica dissenyat pel professor Ronald Rivest del MIT (Massachusetts Institute of Technology) desenvolupat l'any 1991, com a substitut del seu predecessor MD4; Consisteix en una codificació de 128 bits representada com un nombre de 32 dígits hexadecimal. Per exemple, la paraula “contrasenya_administrador” en md5 és “93468d442a9b26d2aeb76006c616d385”.

Aquest xifratge és emprat mitjançant la comparació del xifratge de la clau que l'usuari entra en el “textField” d'identificació amb la clau ja xifrada d'un usuari amb permisos d'administrador sobre la base de dades. Exceptuant els menús de consulta de puntuacions, que al no ser modificacions de la base de dades, se'ls ha atorgat un usuari amb permisos de visualització (no fa falta autenticació) .

Tot seguit es mostren les captures de la pàgina web:

- Home: és la primera pàgina que es troba l'usuari, aquesta pàgina mostra el menú principal.



Imatge 7-22 Pàgina principal de la Web VirtualPC Administrator

- Scores: és la pàgina referent a les puntuacions del joc i a la visualització del registre d'usuaris. Inicialment es mostra la llista d'usuaris registrats (Imatge 7-25) i un menú que permet seleccionar en funció de quin paràmetre es volen visualitzar les puntuacions dels usuaris registrats. A la (Imatge7-26) podem veure un exemple de consulta de puntuacions.

VirtualPC Teacher Administrator					
Home	Scores	Upload	Remove	Download	Help
Show user scores by:					
Id	Username	UB members	Level 1	Level 2	Level 3
Registered users					
user id	name	Date			
5	pere@gmail.com	2013-12-13			
6	joel@ub.edu	2013-12-13			
7	manel@uab.edu	2013-12-16			
10	carles@ub.edu	2013-12-18			
11	inma@professor.edu	2013-12-20			

Virtual pc utility developed at Barcelona University.

Imatge 7-23 Pàgina de puntuacions de la Web VirtualPC Administrator

Show user scores by:					
Id	Username	UB members	Level 1	Level 2	Level 3
level	user	user id	time	score	
3	manel@uab.edu	7	70	100	
3	pere@gmail.com	5	119	80	
3	joel@ub.edu	6	100	40	

Imatge 7-24 Pàgina de puntuacions amb filtratge per nivell3 de la Web VirtualPC Administrator

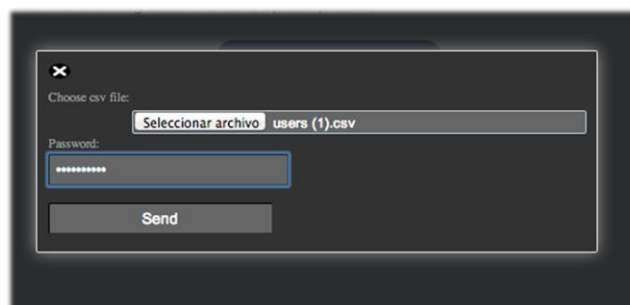
- Upload: és la pàgina des de on l'usuari pot pujar un fitxer (csv) amb usuaris nous per a registrar. Aquest fitxer ha de constar amb el següent format: { correu del usuari , contrasenya , AAAA-MM-DD } (imatge 7-27).



Imatge 7-25 Pàgina Upload de la Web VirtualPC Administrator

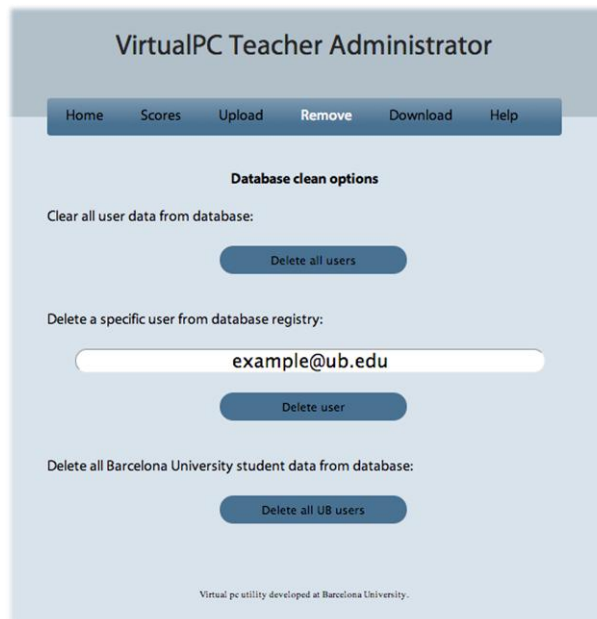
Tot i que qualsevol usuari pot registrar-se al joc, es dona aquesta opció permetent al professor d'una assignatura tenir un control sobre els noms d'usuari que utilitzen els seus alumnes quan juguen al VirtualPC.

A més al ser una funció de modificació de la base de dades es demanarà la contrasenya que atorga permisos d'administrador per a poder modificar la base de dades (Imatge7-28) en un "pop-up" juntament amb l'opció d'obrir el "file chooser" per a seleccionar el fitxer.



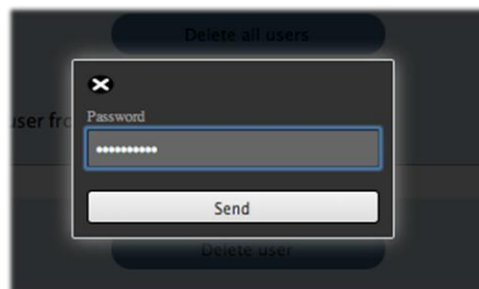
Imatge 7-26 Pop-up de selecció de fitxer csv i confirmació de contrasenya de la Web VirtualPC Administrator

- Remove: és la pàgina que ofereix al usuari les opcions d'eliminar usuaris de la base de dades, ja sigui eliminant un sol usuari específic, els registrats amb correu de la Universitat de Barcelona (@ub.edu) o totes les dades de la base de dades.

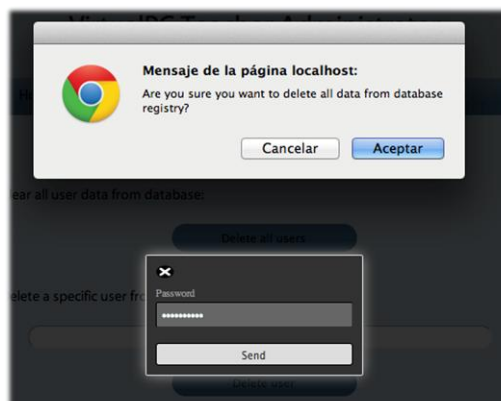


Imatge 7-27 Pàgina d'eliminació de dades de la Web VirtualPC Administrator

En aquesta pàgina també es demana l'autenticació (imatge 7-29) de l'administrador (perquè modifica la base de dades) i es mostra una finestra (Imatge 7-30), posteriorment de inserir la contrasenya, on es confirmarà si es vol fer realment l'opció seleccionada (augmentant així la prevenció d'errors).

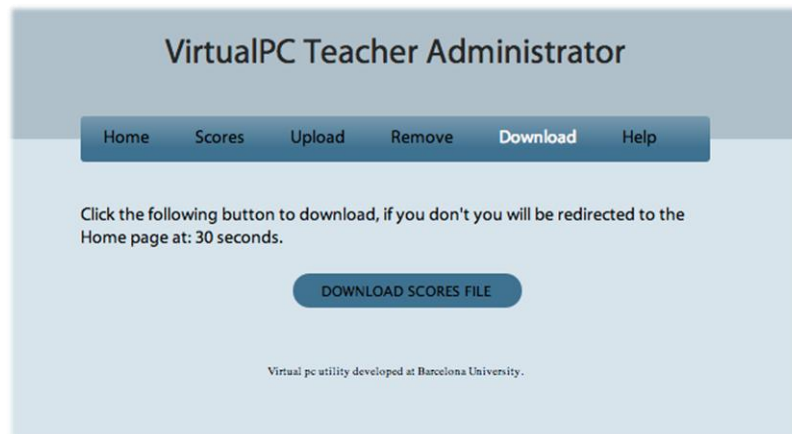


Imatge 7-28 Pop-up de confirmació de contrasenya per a la pàgina de puntuacions de la Web VirtualPC Administrator.



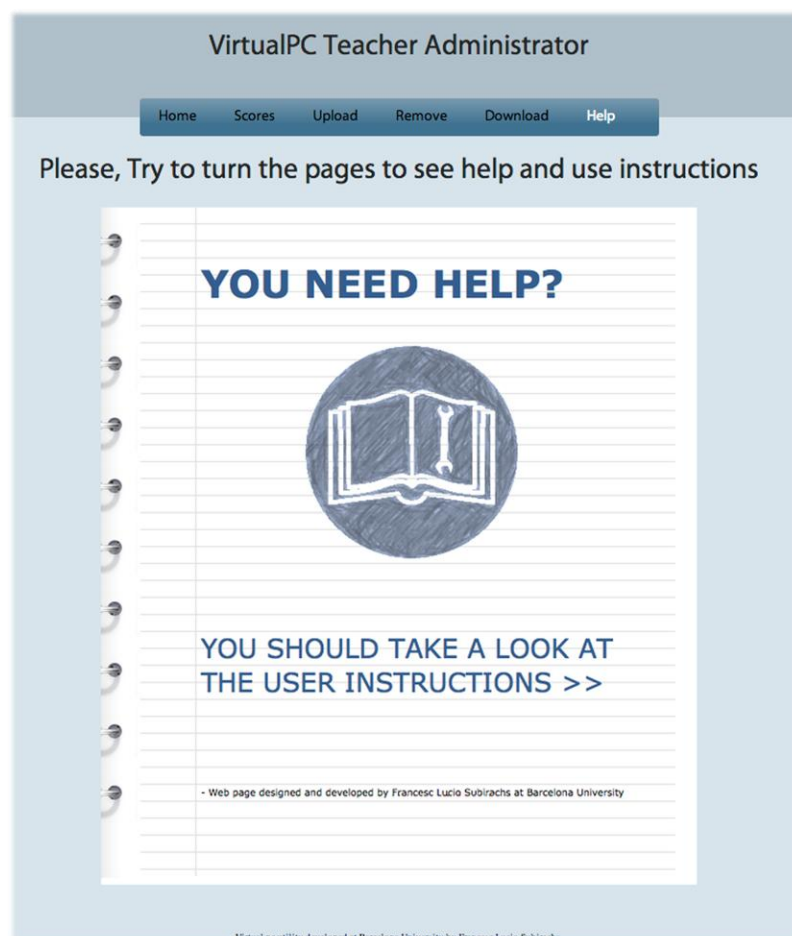
Imatge 7-29 Missatge de confirmació del procés d'eliminació de dades de la base de dades de la Web VirtualPC Administrator.

- Download: és la pàgina des de on es genera el fitxer de text (.txt) per a ser descarregat amb les puntuacions dels usuaris. Es disposa d'un botó que inicia la descarrega i, en el cas de que no premi el botó, es canviarà automàticament (als 30 segons) a la pàgina principal.



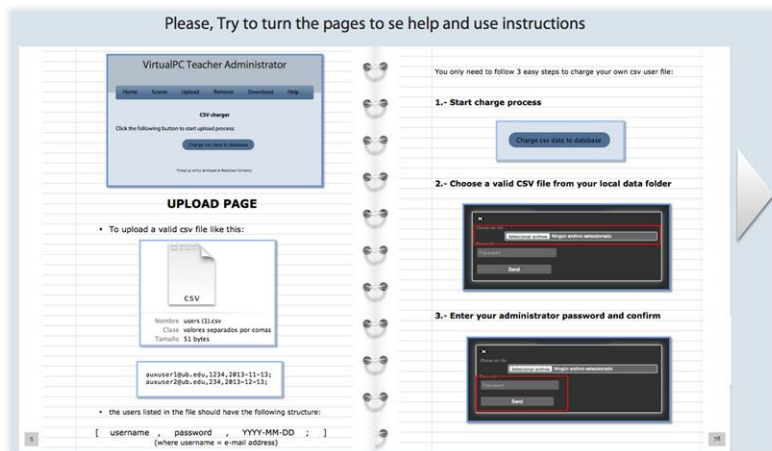
Imatge 7-30 Pàgina de descarrega de puntuacions de la Web VirtualPC Administrator

- Help: aquesta pàgina és una guia de com utilitzar la web, aquí s'implementa la metàfora d'un llibre (flippingbook) que, simulant una llibreta, permet a l'usuari passar pàgines i visualitzar les instruccions de funcionament de la web.



Imatge 7-31 Pàgina Help de la Web VirtualPC Administrator

Per a realitzar aquest element s'ha fet ús de la llibreria subministrada en el paquet "jquery.booklet.1.4.4". Permetent així poder incorporar animacions de canvi de pàgina.



Imatge 7-32 Interior del manual de la Web VirtualPC Administrator

En la imatge anterior es pot veure com el manual d'ajuda esta dotat d'una estètica que simula un bloc de notes, això s'ha aconseguit mitjançant una plantilla de Microsoft Word 2011 Versió per Mac per a l'edició del contingut, el text i l'aparença de llibreta i, posteriorment, creant amb photoshop les imatges del manual partint de captures de pantalla.

8 Conclusions i Treball futur

Partint dels resultats i dels coneixements obtinguts durant el desenvolupament d'aquest projecte de final de grau i, tenint en consideració els objectius plantejats inicialment, s'han aconseguit assolir els següents objectius:

- S'ha investigat sobre mètodes d'avaluació de jocs seriosos ha permès ampliar els coneixements referents al món dels tests d'aplicacions, i concretament el dels jocs seriosos.
- S'ha utilitzat un mètode i un conjunt de documents per a poder realitzar una avaluació d'un joc seriós mitjançant tests amb usuaris reals. Així com també la planificació dels tests d'usuaris, les modificacions del joc i les ampliacions de manera que puguin ser utilitzades per a ampliar el projecte o millorar-lo.
- S'ha realitzar el test d'usabilitat del joc VirtualPC i s'ha ampliat i modificat per adaptar-lo als resultats del test i a un tercer nivell addicional basat en la selecció de perifèrics i s'han dissenyat un seguit de preguntes i reptes que l'usuari ha de resoldre, per al nivell d'ampliació.
- S'han dissenyat i creat els objectes i elements 3D i 2D necessaris per a desenvolupar el tercer nivell, mantenint l'estètica global del joc inicial i la optimització del funcionament d'aquest.
- S'ha dissenyat una aplicació web que permet al professor de l'assignatura gestionar i visualitzar els resultats i els usuaris de la base de dades del joc.
- S'ha familiaritzat amb el programari emprat en el projecte anterior, així com al codi i documentació d'aquest, per tal de poder entendre'ls i complir tots els objectius planificats.

Com a conclusió global, se'n extreu que s'han assolit tots els objectius plantejats i s'han adquirit coneixements referents a programari, conceptes i habilitats o destreses que han permès assolir els punts anteriorment esmentats.

De cara al treball futur que es pugui desenvolupar sobre aquest projecte, han sorgit diversos plantejaments. Un d'ells és el de poder dotar d'un ventall d'eines (tipus API) que permetessin al administrador (professor de l'assignatura) del joc crear els elements necessaris per a introduir noves preguntes de forma automàtica, de manera que no tingues que modificar res de codi ni crear elements 3D nous (exceptuant els casos en que calgui generar objectes 3D nous per a les preguntes).

Un altre projecte futur podria ser realitzar l'adaptació del joc per a plataformes Android i d'altres similars. A més també s'ha pensat, lògicament, en que es podria

ampliar el joc amb un nivell extra i dotar-lo de múltiples escenaris i personatges que fessin el joc més divertit i entretingut.

També es va parlar de poder consultar algun tipus de temari des de el joc, poden fer, per exemple, una selecció dels elements de l'habitació (per exemple un llibre) i aquests retornessin algun tipus d'informació referent al temari de l'assignatura.

També, per concloure, s'ha plantejat la possibilitat de realitzar una nova iteració sobre el resultat final d'aquest projecte per tal d'avaluar la usabilitat del joc i millorar-lo més; així com també realitzar un test sobre l'aplicació web per a millorar aspectes que poguessin ser conflictius en la interacció dels usuaris administradors.

9 Referències bibliogràfiques

Treballs de fi de grau:

- [1] Gómez Casas, David. *Joc seriós per a l'ensenyament de fonaments d'informàtica*. Barcelona: 2014 -

Articles:

- [2] Álvarez, j. And Rampnoux O. *Serious Game: just a question of posture? Artificial & Ambient Intelligence*. 2007
- [3] Jeff Sauro. *8 Advantages of standardized Usability questionnaires*. March 27, 2012.
- [4] Jeff Sauro. *Measuring usefulness*. November 1, 2011.
- [5] Jeff Sauro. *10 Things to know about the sus*. June 18, 2013.
- [6] Jeff Sauro. *The four corners of Usability measurement*. August 16, 2011.
- [7] Jeff Sauro. *10 Things to know About Usability Problems*. July 26, 2011.
- [8] Jeff Sauro. *10 Things to know About Task Times*. August 9, 2011.
- [9] Tingting Zhao. *Usability testing: how do we design affective tasks*. August, 2013.
- [10] Young Sam Ryu. *Development of Usability Questionnaires for Electronic Mobile Products and Decision Making Methods*. Blacksburg, Virginia. July 2005.
- [11] Moreno-Ger, Pablo; Torrente, Javier; Grace Hsieh, Yichuan; T. Lester, William. *Usability Testing for Serious games: Making informed design decisions with user data*. Madrid, 2012.
- [12] SUPrQ. *The Standardized User Experience Percentile Rank Questionnaire* web page.
- [13] SUS. *System Usability Scale methodology*.
- [14] Purdue Usability Testing Questionnaire. *Exemple de qüestionari per a un test d'usabilitat*
- [15] WAI Site Usability Testing Questions. *W3C exemples de preguntes per a qüestionaris d'usabilitat*.

Llibres:

- [16] L.A. Annetta, Stephen Bronack. *Serious Educational Game Assessment: Practical Methods and Models for Educational Games, Simulations and Virtual Worlds*. Netherlands, 2011.
- [17] Jeffrey Rubin, Dana Chisnell. *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. Indianapolis, 2008.
- [18] S. Dumas , Joseph; C. Redish, Janice. *A practical Guide to Usability Testing*. Great Britain, 1999.
- [19] M. Barnum, Carol. *Usability Testing Essentials: Ready, set... Test!*. Burlington, 2011.

Altres llocs web consultats:

- **Editor d'esquemes**. Eina de creació de diagrames i esquemes.
- **PHP**. Documentació i ajuda.
- **Unity**. Documentació i ajuda.
- **Wikipedia**. Enciclopèdia, recopilació d'informació.
- **Youtube**. Videos educatius.
- **W3Schools**. Ajuda i exemples educatius de programació web.
- **Creative Commons**. Cerca de textures i imatges per a models 3D.
- **Blender nation**. Models 3D i guies sobre Blender.
- **Blender artists**. Models 3D i guies sobre Blender.
- **Blender 3D model repository**. Models 3D i guies sobre Blender.
- **Blend swap**. Models 3D i guies sobre Blender.

Apèndix A. Manual tècnic del joc i de l'aplicació web

Aquest apartat de la memòria està dedicat als futurs desenvolupadors o estudiants que vulguin aprofundir en algunes de les implementacions realitzades, per tal d'ampliar-les i/o modificar-les.

A.1. Instal·lació i configuració del software

En aquest apartat del manual es detalla el procediment a seguir per a poder instal·lar el programari i configurar-lo, per a poder integrar-hi el projecte:

Pas 1: Instal·lar *Unity*

El software que cal instal·lar i configurar per treballar amb el programa és el motor de videojoc: *Unity*. El procés d'instal·lació és senzill i ràpid, segueix els patrons típics.

Pas 2: Integrar projecte *VirtualPC*

Un cop instal·lat el programa cal integrar el projecte. Per realitzar aquesta tasca, s'ha de copiar tot el contingut del projecte *VirtualPC*, a la carpeta arrel utilitzada per *Unity* per emmagatzemar tots els projectes, per defecte ubicada als meus documents. Un cop copiat tot el contingut */VirtualPC* al directori descrit, cal importar-lo des de *Unity* seguint els passos: *File>Open Project>Open Other...*, i cercant la carpeta on es troba el projecte a importar, *VirtualPC*. Un cop finalitzat, tot estarà integrat dins de *Unity* i es podrà començar a treballar.

Pas 3: Modificar o crear una nova escena

Quan s'obre un nou projecte dins l'entorn *Unity*, per defecte s'inicia una nova escena. Si es vol modificar una escena ja creada, cal buscar-la i seleccionar-la a la vista *Project*. Modificacions a les escenes ja creades (*MainMenuScene*, *Level1Scene*, *Level2Scene* o *Level3Scene*) així com la creació de noves, s'expliquen al subapartat A.4.1.

Pas 4: Generar l'executable

Dins de *Unity*, un altre procés que cal comentar és la configuració de la *Build* per la creació de l'executable. Per poder obtenir el fitxer final executable del programa, cal afegir cada nivell o escena (veure *Scene*), seguint els passos: *File>Build Settings...>Add Current*. Cal inserir totes les escenes que es volen integrar, seguint aquest procés. Un cop inserides, i triada la plataforma i l'arquitectura desitjada, es pot iniciar el procés de creació de l'executable amb la tecla *Build*, que generarà l'aplicació.

Pas 5: Instal·lació i configuració de la base de dades

Finalment, es parla de la instal·lació i configuració de la base de dades XAMPP en funció de l'entorn que es vulgui emprar, Windows o Mac OS X. Un cop instal·lat el software, s'han de seguir un seguit de passos per tal de configurar-lo correctament.

Windows

1. Iniciar els mòduls *Apache* i *MySQL* del panell de control de *XAMPP*.
2. Accedir a la pantalla inicial de *XAMPP*. Obrir el navegador i introduir a l'espai de direcció o URL: *localhost/xampp*.
3. Introduir nom d'usuari i contrasenya. Cal anar a la pàgina *phpMyAdmin* o *localhost/phpmyadmin* i introduir les dades desitjades. Cal recordar-les doncs seran necessàries més endavant. Per exemple: nom "*rootVPC*" i contrasenya "*123456*".
4. Crear la base de dades. Cal Seleccionar la pestanya "Bases de dades" i introduir a la nova pantalla el nom desitjat. L'utilitzat per a l'entrega va ser "*virtualpc*".
5. Importar les taules. Un cop creada la base de dades cal importar les seves taules, amb el seu contingut si així es desitja. Per dur a terme aquesta acció s'ha de seleccionar la pestanya "*Importar*", i introduir-ne el fitxer proporcionat per l'entrega "*virtualpc.sql*".
6. Copiar els 5 fitxers amb extensió .php de la carpeta "*/game/php*", i ubicar-los al directori "*/xampp/htdocs*". Copiar la carpeta "*web*" al mateix directori (*/xampp/htdocs*).
1. Configurar els fitxers. Si el nom, contrasenya o nom de la base de dades s'ha modificat a l'utilitzat en aquesta entrega, cal ajustar (si no s'han canviat comprovar) els fitxers *php*, de la web i del joc, per tal d'introduir la informació correcta. S'han de corregir les línies d'aquests 5 fitxers que contenen les dades de connexió: ☐

En el cas dels php del joc:

```
mysql_connect('localhost', 'gameVPC', '123456')
mysql_select_db('virtualpc')
```

En el cas dels php de l'aplicació web veure apartat A.1.1

Si hi ha algun problema de connexió des d'equips externs a la base de dades, és possible que calgui obrir els ports dels mòduls *Apache* i *MySQL*, visualitzats al panell de control de *XAMPP*, del *router*.

La instal·lació i configuració de la resta de programari utilitzat (*SketchUp*, *Blender*, *DAZ3D Studio*, *Photoshop*, *eSpeak* i *Audacity*), segueix els patrons estàndards.

Mac OS X

2. Localitzar dintre de la carpeta aplicacions la carpeta XAMPP i obrir l'aplicació: manager-osx.
3. Iniciar els mòduls *Apache* i *MySQL* del panell de control de *XAMPP*.
4. Crear la base de dades. Cal Seleccionar la pestanya "Bases de dades" i introduir a la nova pantalla el nom desitjat. L'utilitzat per a l'entrega va ser "virtualpc".
5. Importar les taules. Un cop creada la base de dades cal importar les seves taules, amb el seu contingut si així es desitja. Per dur a terme aquesta acció s'ha de seleccionar la pestanya "Importar", i introduir-ne el fitxer proporcionat per l'entrega "virtualpc.sql".
7. Copiar els 5 fitxers amb extensió .php de la carpeta "/game/php", i ubicar-los al directori "/xampp/htdocs". Copiar la carpeta "web" al mateix directori (/xampp/htdocs).
6. Crear un usuari amb permisos per a la base de dades. Cal anar a la pàgina *localhost/phpmyadmin* i seleccionar la base de dades; dirigir-se a la pestanya "Privilegios" i seleccionar "Agregar usuario", introduir les dades desitjades. Cal recordar-les doncs seran necessàries més endavant. Per exemple: "rootVPC" i "123456".
7. Configurar els fitxers. Si el nom del usuari d'accés, la contrasenya o el nom de la base de dades s'ha modificat a l'utilitzat en aquesta entrega, cal ajustar (si no s'han canviat realitzar la comprovació) els fitxers *PHP*, de la web i del joc, per tal d'introduir la informació correcta. S'han de corregir les línies d'aquests 5 fitxers que contenen les dades de connexió: ☐

En el cas dels php del joc:

```
mysql_connect('localhost', 'rootVPC', '123456')
mysql_select_db('virtualpc')
```

En el cas dels php de l'aplicació web veure apartat A.1.1

Si hi ha algun problema de connexió des d'equips externs a la base de dades, és possible que calgui obrir els ports dels mòduls *Apache* i *MySQL*, visualitzats al panell de control de *XAMPP*, del *router*.

La instal·lació i configuració de la resta de programari utilitzat (*SketchUp*, *Blender*, *DAZ3D Studio*, *Photoshop*, *eSpeak* i *Audacity*), segueix els patrons estàndards.

A.1.1 Configuració dels scripts PHP de la web

Per tal de poder realitzar la connexió dels scripts PHP amb la base de dades s'han de modificar els següents camps de cada fitxer:

- Consultes amb usuari no xifrat: *filterLvl1.php*, *filterLvl2.php*, *filterLvl3.php*, *filterId.php*, *filterName.php*, *filterUb.php*, *downloadTxt.php*. En aquests scripts cal modificar les línies que estableixen la connexió amb la base de dades especificant l'usuari i la contrasenya noves.

```
$connect = mysqli_connect("localhost","viewVPC","dUvUPPsfz3EmmzSr","dummyDb")
```

- Consultes amb usuari xifrat: *dropTables.php*, *dropUb.php*, *dropUser.php*, *import.php*. En els escrits que requereixen la contrasenya xifrada cal modificar solament el nom del usuari que es connecta, ja que la contrasenya l'entra l'usuari des de la interfície i es xifra en aquests fitxers per a realitzar la connexió.

```
$connect = mysqli_connect("localhost","admVPC",md5($pass),"dummyDb")
```

La **configuració bàsica** consistiria en utilitzar el mateix usuari que en el joc amb nom "rootVPC" i contrasenya "123456" i substituir "md5(\$pass)" per "\$pass".

Per tant, si es vol seguir el model xifrat de les contrasenyes ne md5 per a configurar els usuaris que tenen permisos d'administració a la base de dades cal crear un usuari nou, en aquest cas es va fer servir "admVPC" (que serà l'usuari que podrà eliminar i afegir contingut a la base de dades des de la web) al que se li assignarà una contrasenya xifrada en md5, aquesta contrasenya es pot generar amb una aplicació web qualsevol que realitzi aquest xifratge (i posant-la com a contrasenya del usuari en qüestió), en aquest cas ha estat "admin2Inma" (avanç de xifrar).

Per a poder realitzar les funcions de consulta a la base de dades s'haurà de crear un usuari amb permisos de visualització, per aquesta pràctica s'ha fet ús del usuari "viewVPC" amb contrasenya "dUvUPPsfz3EmmzSr" (sense xifrar)

A.2. Organització dels fitxers del projecte (VirtualPC)

Per a consultar la informació sobre l'organització i estructura dels fitxers que formen el projecte consultar projecte

A.3. Descripció dels scripts del joc

A continuació s'exposen algunes de les funcions i dels detalls d'implementació dels diferents *scripts* que formen el programa. Cadascun d'aquest scripts es troben definits i detallats en l'apèndix: "Apèndix A. Manual tècnic del joc", del projecte de fi de grau predecessor d'aquest projecte [1], així com també els processos específics corresponents a afegir components, preguntes i altres elements del joc.

A.4 Descripció dels scripts de la web

A continuació s'expliquen els fitxers que configuren les funcionalitats i interfícies de la web, explicant breument cadascuna de les característiques d'aquests per a la seva comprensió.

A.4.1 Elements principals dels scripts HTML

Els elements principals dels diversos fitxers HTML són els següents:

- Menú principal: aquest menú esta implementat amb un element HTML de tipus navegador (nav) el qual, mitjançant CSS i CSS3 esta formatat per a tenir la forma i els colors desitjats.
- Estils: els estils dels elements dels fitxers estan continguts en el fitxer `StylesMenu.css` dintre del directori `Styles`. En aquest fitxer es defineixen les aparences de tots els elements de la interfície de totes les pàgines.
- Taules de resultats: les taules de resultats es mostren en una divisió amb identificador "txtHint" la qual permet, mitjançant Javascript i el retorn del fitxer PHP corresponent, mostrar la taula que es genera dinàmicament en aquests fitxers.
- Inici de la descarrega: per a poder iniciar la descarrega s'ha vinculat el botó corresponent amb el fitxer de text que s'ha generat en el servidor.
- Pop-up d'identificació: per a mostrar el pop-up d'identificació de l'administrador, per aquells accessos a base de dades referents a la pujada i eliminació de dades, s'ha creat una divisió, "login-box". Aquesta es mostra al prémer el botó corresponent, de forma que al seleccionar el botó d'enviament de la contrasenya es realitza l'acció. En el cas de la pàgina *Upload.html*, s'ha afegit un "file chooser" a més de camp de contrasenya, en el que es fa el submit directament al fitxer PHP corresponent.
- Manual: la implementació del manual tipus "flippingbook" s'ha aconseguit mitjançant una llibreria jQuery de codi obert, aquesta permet afegir un element que implementa aquesta metàfora, del que es poden configurar diferents aspectes, com la mida, el color del fons, el contingut, el mode de canviar pàgina etc. (mirar apartat flippingbook apartat C.3.2).

A.4.2 Scripts PHP

En aquest apartat es detallen els diferents fitxers PHP que configuren el servidor d'accés a la base de dades.

- `DownloadTxt.php`: genera la consulta a la base de dades per obtenir les dades dels usuaris i les puntuacions que han obtingut en cada nivell (fent 3 consultes, una per nivell) i recorrent els resultats de les consultes per introduir les dades formatades en un fitxer de text (txt) el qual, de no existir

es crearia a la carpeta de l'aplicació, serà sobreescrit cada cop que es cridi l'script.

- DropTables.php: és l'encarregat de esborrar tota la informació continguda en les taules de resultats i de usuaris de la base de dades. Al consistir en una modificació directa de la base de dades només es pot accedir amb l'usuari creat amb permisos d'administrador (en aquest cas admVPC) el qual com s'ha esmentat en el primer apartat d'aquest annexa (C.1) tindrà una contrasenya codificada en codificació md5; per tant, per connectar-se a la base de dades caldrà codificar en md5 mitjançant la funció PHP: *md5(String password)* la contrasenya passada per paràmetre a la consulta.
- DropUb.php: és l'encarregat d'eliminar tots els usuaris registrats amb el correu de la UB (@ub.edu), per fer-ho es demanarà, igual que a dropTables.php, els permisos de l'usuari administrador.
- DropUsername.php: del mateix mode que els dos scripts anteriors s'elimina aquest cop un sol usuari de la base de dades, sempre i quan la contrasenya correspongui al usuari administrador.
- StudentsList.php: aquest es l'encarregat de retornar un "string" que codifica una taula HTML amb els camps corresponents al identificador, nom d'usuari i data de registre dels usuaris registrats a la base de dades. Al ser una consulta oberta, s'accedeix a la base de dades mitjançant un usuari amb permisos només de lectura.
- FilterLvl1, filterLvl2, filterLvl3, filterName, flterId, filterUb.php: aquests 5 scripts s'encarreguen d'accedir amb l'usuari amb permisos de visualització de la base de dades els resultats referents a les puntuacions del nivell1, 2, 3, les puntuacions ordenades en funció del nom d'usuari, de l'identificador i les puntuacions dels usuaris registrats amb el correu de la Universitat de Barcelona (@ub.edu), respectivament.
- Import.php: aquest codi s'encarrega de capturar la ruta del fitxer que es vol pujar i mitjançant l'accés com administrador a la base de dades recorre el fitxer de dades d'usuari (en format csv) per a entrar els nous usuaris a la base de dades, on se'ls auto-generarà un identificador d'usuari i la data d'entrada al registre.

A.4.3 Scripts Javascript

Tots els scripts Javascript han estat implementats mitjançant la llibreria jQuery, per tant, en els fitxers HTML que els criden ha de constar la següent línia, per tal d'importar la llibreria de jQuery (en aquest cas directament des de google mitjançant l'enllaç directe a aquesta).

```
<script src="//ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.1/jquery.min.js"></script>
```

A continuació es detallen els diferents scripts que permeten connectar la interfície gràfica amb el servidor PHP:

- *MarksFunctions.js*: és l'encarregat de cridar als scripts PHP corresponents a cada consulta a la base de dades en funció del botó que s'ha seleccionat en els menús de filtratge de puntuacions. A més, modifica l'estil del text d'aquests botons per tal de indicar quin ha estat seleccionat i així donar feedback al usuari.
- *UploadFunctions.js*: es l'encarregat de capturar l'acció de selecció del botó que ha d'obrir el pop-up, donant format al pop-up.
- *ConfigFunctions.js*: proporciona a la pàgina config.html (eliminació de dades de la base de dades) la funció anomenada "*dropInfo(option,password)*", aquesta funció es crida quan es captura l'acció de prémer el botó d'enviar contrasenya en el pop-up de confirmació de contrasenya d'administrador i és l'encarregada de fer la crida als scripts PHP que corresponen a cada consulta d'eliminació (en funció del paràmetre "*option*"). En cas de ser eliminar tots els usuaris el paràmetre "*option*" serà 1, en cas de voler eliminar un sol usuari el paràmetre serà 2 i en cas de voler eliminar només els membres de la UB serà 3.
- *Download.js*: fa la crida al fitxer PHP que genera el fitxer de text amb les notes i retorna l'enllaç al fitxer HTML.
- *ViewFunctions.js*: gestiona una crida al fitxer PHP que retorna la llista d'estudiants registrats a la base de dades (a *studentsList.php* després de fer un Upload) i mostra el retorn d'aquest en la divisió "*resultsHint*".
- *Jquery.booklet.latest.js*: aquest script és el proporcionat per la llibreria que implementa el manual (flippingbook). Aquesta conté les funcions que formaten el manual, i defineixen les animacions de canvi de pàgina, així com també un recull de paràmetres que es poden canviar per adaptar el format del llibre a les nostres necessitats en el nostre cas s'ha configurat el manual per que comenci amb una sola pàgina (com si fos un llibre tancat) i mostri les fletxes de canvi de pàgina i passar el cursor per sobre, a més s'ha ajustat la mida de les pàgines per a encabir les imatges contingudes a la carpeta "*img/helpBook*" que corresponen a les pàgines amb les descripcions del manual i les imatges.

A.5.Configurar objecte 3D per a una pregunta de tipus 3

Com ja hem dit, les preguntes de tipus 3 consisteixen en amagar tots els objectes que no poden ser resposta i mostrar els que poden ser resposta i els panells amb les descripcions tècniques de cada objecte.

Cal seguir 3 senzills passos, suposant que ja hem dissenyat i incorporat els models 3D dels objectes i dels panells amb la descripció, en l'edito del joc:

1. Localitzar el mesh render de l'objecte 3D del panell de característiques i desactivar-lo, això permetrà que el GameManager el pugui activar quan sigui oportú i tornar-lo a desactivar quan no es necessiti.
2. Localitzar el mesh de l'objecte 3D i incorporar un box collider i associar-li el script feedbackControl (igual que en els altres nivells).
3. Si es un objecte que no ha de ser visible més que per a la pregunta en qüestió, desactivar el mesh render de l'objecte de la mateixa manera que en el pas 1.

Després, cal localitzar el codi del script GameManager, un cop en aquest fitxer, localitzar la funció showSceneObjects(); aquesta funció mostra els objectes ocults de la resta de preguntes i oculta tots els objectes i panells de les preguntes de tipus 3. Afegir les següents línies per cada objecte i panell afegits:

```
"objectPane = GameObject.FindGameObjectWithTag("object_or_InfoPane_tag");  
  
objectPane.renderer.enabled = false;"
```

Cal recordar que les preguntes de tipus 3 s'estructuren de la següent manera: 3 seguit de "|" seguit del cos de la pregunta acabat en "&", tot seguit "#" junt al tag de la resposta correcta i després afegir "%"+tag possible resposta en funció de la pregunta (consultar apartat 7.1.6 de la memòria per a veure un exemple).

A.5.1. Processos de disseny 2D

Tots els elements 2D, han estat realitzats amb el programa Photoshop, mantenint la concordança i la harmonia amb tots els elements de la GUI, fent així que el joc tingui una aparença uniforme i atractiva.

Apèndix B. Manual d'usuari del joc

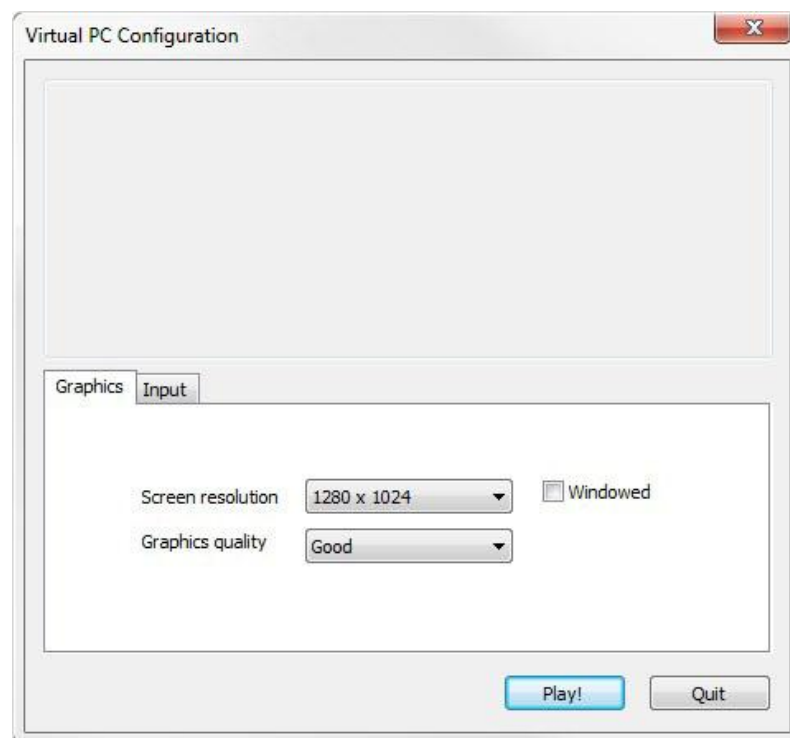
Aquesta secció de la memòria explica, sense entrar en detalls d'implementació, el manual d'usuari, per poder executar l'aplicació i aprofitar tots els seus continguts.

Inicialitzar l'aplicació

El programa es distribueix dins una carpeta, que conté l'executable i el directori amb els fitxers font.

Per poder engegar l'aplicació, cal iniciar l'executable. Un cop inicialitzat, a la pantalla apareix la finestra amb la configuració. Es recomana utilitzar la màxima resolució disponible i utilitzar el mode de pantalla completa, desactivar la casella. El detall gràfic aconsellat és el *Good*, aquest es pot incrementar o reduir un cop s'inicialitza l'aplicació.

Un exemple de configuració adequada podria ser:



Imatge 9-1 Finestra de configuració inicial de l'executable del joc (windows).

Un cop escollides les opcions descrites anteriorment, cal prémer el botó Play! per inicialitzar l'aplicació.

Menú principal

Un cop inicialitzada l'aplicació, apareix el menú principal:



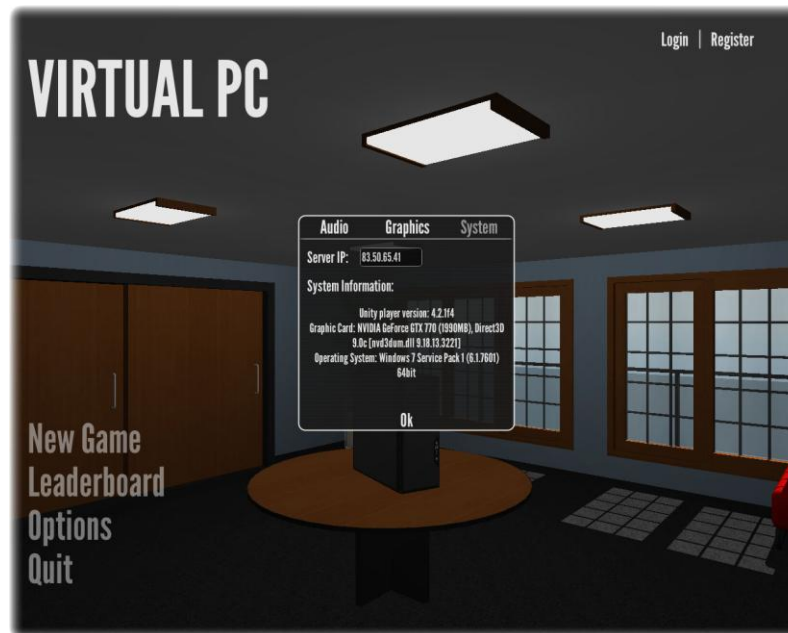
Imatge 9-2 Menú principal del joc.

A continuació s'expliquen les opcions disponibles a aquesta pantalla:

- *New Game*: Utilitzat per iniciar un nivell del joc. Si s'està autenticat, es permet escollir el nivell. Si no s'està autenticat, inicia el joc en el primer nivell. Per jugar directament al nivell 3, l'usuari pot identificar-se com: "frlucios7.alumnes@ub.edu" i contrasenya "1234".
- *Leaderboard*: Es mostren les puntuacions més altes dels usuaris enregistrats, a cada nivell del joc.
- *Options*: Utilitzat per configurar les opcions de l'aplicació:
 - *Audio*: ajusta el volum del so de l'aplicació.
 - *Graphics*: ajusta la qualitat del detall gràfic.
 - *System*: configura l'adreça IP del servidor i mostra informació del sistema.
- *Quit*: Surt de l'aplicació. A dalt a la dreta apareixen les opcions de control d'usuari:
- *Login*: Utilitzat per autenticar un usuari, nom i contrasenya. Cal estar enregistrat.
- *Register*: Utilitzat per enregistrar un nou usuari, nom i contrasenya. Un cop s'autentica un usuari, apareix el botó de *Logout*, que permet desconnectar la sessió

Configuració de l'adreça del servidor

El joc inclou l'opció de configurar l'adreça IP del servidor de la base de dades de forma manual. Si l'administrador del servidor així ho indica, cal accedir a: *Options* → *System*, per introduir la direcció facilitada i prémer la tecla *Ok* (figura B.3).

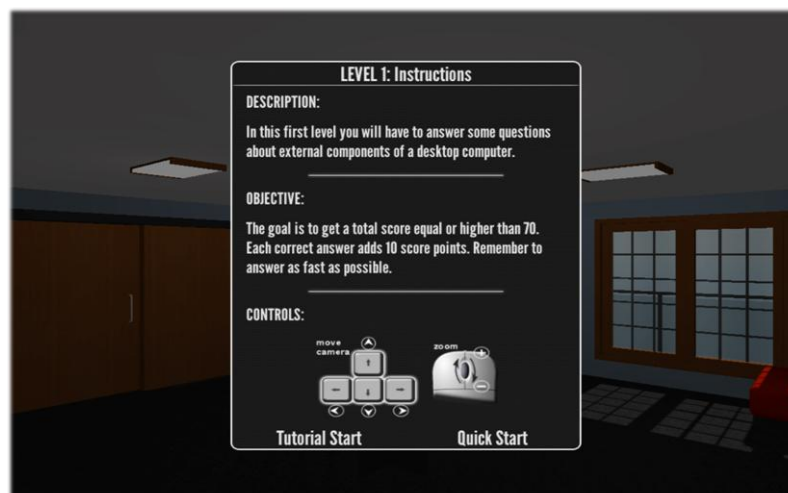


Imatge 9-3 Opcions de sistema del joc.

Quan l'adreça del servidor està ben configurada, es mostra el llistat de resultats al *Leaderboard* i es pot realitzar l'enregistrament i l'autenticació d'usuari. En cas contrari, aquestes tasques no es poden dur a terme i es mostra informació del problema de connexió.

Nivell de joc

Quan s'inicialitza un nou joc apareix la següent pantalla:



Imatge 9-4 Instruccions inicials del joc.

La finestra visualitzada a l'anterior captura de pantalla, mostra una descripció del nivell iniciat, així com els objectius i controls del mateix. Un cop llegides les instruccions, es pot seleccionar un mode d'inici:

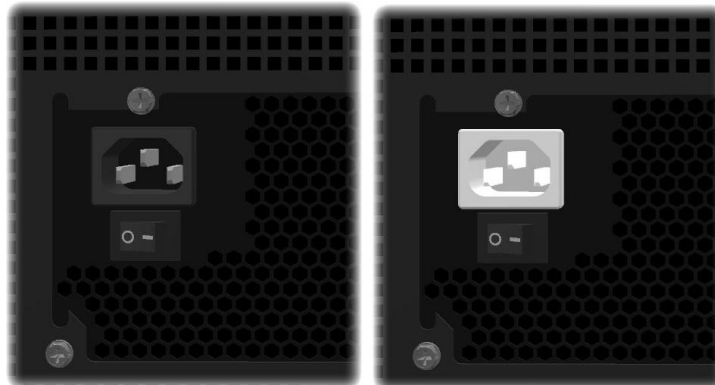
- *Tutorial Start*: Mode d'inici que presenta el nivell al usuari, amb una breu descripció introductòria dels diferents elements. Indicada per usuaris principiants.

- *Quick Start*: Mode d'inici que introdueix el nivell ràpidament sense mostrar la informació de l'anterior mode. Indicad per usuaris ja experimentats. ☐ Un cop seleccionat un mode d'inici, comença el nivell. ☐ A l'espai superior esquerre, apareixen actualitzades les dades del nivell:
- *Score*: Puntuació obtinguda al nivell.
- *Time*: Temps utilitzat per respondre a les preguntes.
- *Progress*: Percentatge de progrés del nivell.



Imatge 9-5 Panells del HUD d'informació de la partida del joc.

Quan el nivell està iniciat i el professor realitza una pregunta, el comptador de temps s'activa. És en aquest moment on cal seleccionar un o diversos components, per tal de respondre correctament la pregunta. Quan el cursor s'ubica sobre un component vàlid, aquest s'il·lumina (figura B.6). Un cop seleccionat el o els components, s'avalua la resposta i s'actualitzen les dades del nivell: *score* i *progress*.



Imatge 9-6 Exemple de selecció d'un component.

Un cop acabat el joc, es mostra la finestra de finalització de nivell, on s'analitzen i visualitzen els resultats obtinguts.

En qualsevol moment de l'execució, el joc es pot aturar i mostrar el menú de pausa. Les opcions disponibles en aquest menú són:

- *Continue*: Retorna a l'estat previ a la interrupció o pausa.
- *Restart Level*: Reinicia el nivell.
- *Options*: S'utilitza per configurar les opcions de l'aplicació.

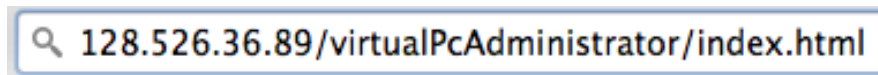
- *Quit*: Surt del nivell i mostra el menú principal. **Controls** **Ratolí**:
- Botó esquerre: Seleccionar un component o una opció.
- Roda de desplaçament: Permet apropar o allunyar la vista (càmera).
Teclat:
- Fletxes: Utilitzat per desplaçar-se amunt, avall i rotar a esquerra o dreta (càmera).
- H: Mostra o amaga la pantalla d'informació dins el joc.
- ESC: Atura el nivell dins el joc i mostra el menú de pausa. També permet tancar una finestra o retornar, dins el menú.

Apèndix C. Manual d'usuari de la web

Aquesta secció de la memòria explica el manual d'usuari per poder utilitzar la web i conèixer totes les eines que aquesta ofereix.

Inicialitzar l'aplicació

Per accedir a l'aplicació web només cal teclejar en el navegador web que es vulgui la IP del servidor seguit de la ruta al fitxer index.html. Per exemple:



Imatge 9-7 Exemple d'accés a la pàgina web des de el navegador

Si es vol accedir a la base de dades on esta connectat el joc per defecte, introduir la ip: 161.116.83.150. Un cop s'ha accedit a la direcció es visualitza la següent pàgina:



Imatge 9-8 Pàgina inicial web administrator

Aquesta pàgina es el "Home" o pàgina inicial on es mostra el menú principal. Notar que es senyala en blanc la localització actual dintre del menú.

Un cop dins de la web podem navegar a través d'aquesta mitjançant aquest menú, el qual presenta les següents opcions:

- Scores: és la pàgina que agrupa les eines de filtratge i consulta de la base de dades. Inicialment es mostren els usuaris que estan registrats a la base de dades amb el seu identificador, nom d'usuari (correu electrònic) i la data de registre.

VirtualPC Teacher Administrator					
Home	Scores	Upload	Remove	Download	Help
Show user scores by:					
Id	Username	UB members	Level 1	Level 2	Level 3
Registered users					
user id	name	Date			
5	pere@gmail.com	2013-12-13			
6	joel@ub.edu	2013-12-13			
7	manel@uab.edu	2013-12-16			
10	carles@ub.edu	2013-12-18			
11	inma@professor.edu	2013-12-20			

Imatge 9-9 Pàgina de mostra dels resultats web administrator

Dintre d'aquest apartat hi podem seleccionar diferents opcions per a veure les puntuacions dels usuaris registrats en funció de diferents paràmetres:

Show user scores by:					
Id	Username	UB members	Level 1	Level 2	Level 3

Imatge 9-10 Menú de filtratge web administrator

En funció de la selecció es ressaltava un o altre per indicar on s'està en tot moment. Per exemple a la imatge següent es mostra el resultat de veure els usuaris que han obtingut puntuació en el nivell 3:

Show user scores by:					
Id	Username	UB members	Level 1	Level 2	Level 3
level	user	user id	time	score	
3	manel@uab.edu	7	70	100	
3	pere@gmail.com	5	119	80	
3	joel@ub.edu	6	100	40	

Imatge 9-11 Exemple de mostra de puntuacions del nivell 3 web Administrator

- Upload: en aquesta pàgina se'ns permet registrar alumnes dels quals en tenim informació referent al nom d'usuari i la contrasenya en un fitxer en format csv separant els camps per comes i al final de línia un punt i coma.

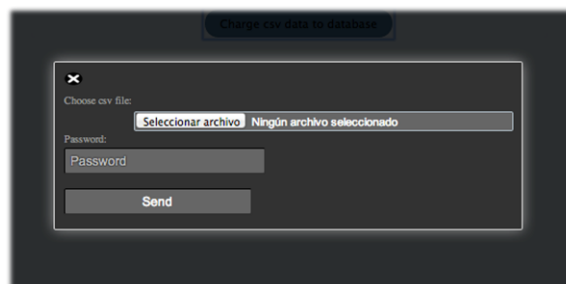


Imatge 9-12 Pàgina de carrega d'usuaris des de un fitxer csv web Administrator

El fitxer, per tant ha de tenir els usuaris en el següent format:

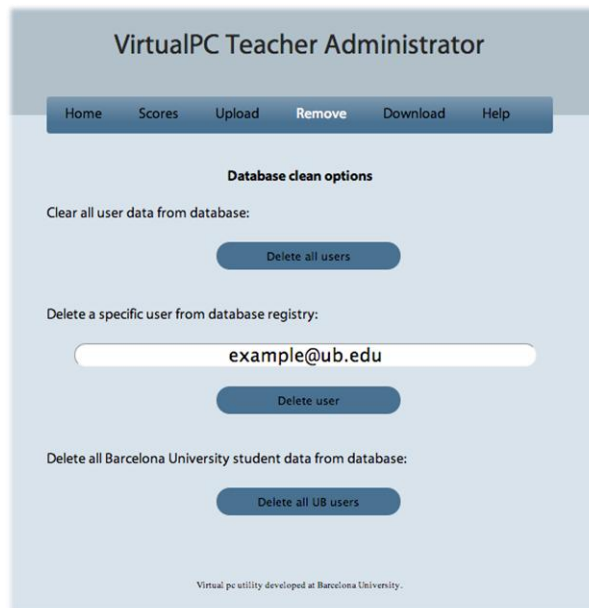
```
user1@mail.dom,123456;
user2@mail.dom,123456;
```

Un cop seleccionat el botó es demana la contrasenya d'administrador i que es seleccioni el fitxer mitjançant el següent missatge:



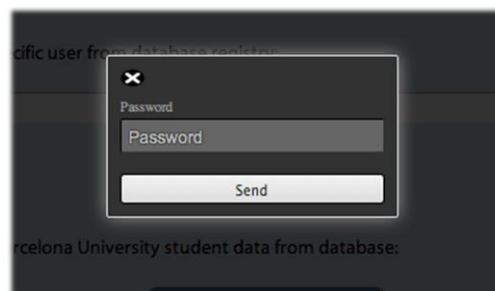
Imatge 9-13 Finestra de selecció de fitxer csv i confirmació de contrasenya web administrator

- Remove: aquesta pàgina permet eliminar informació de la base de dades, concretament permet eliminar usuaris concrets, partint del nom d'usuari (correu electrònic), tots els usuaris registrats amb correu de la Universitat de Barcelona (@ub.edu) o tots els usuaris de la base de dades.



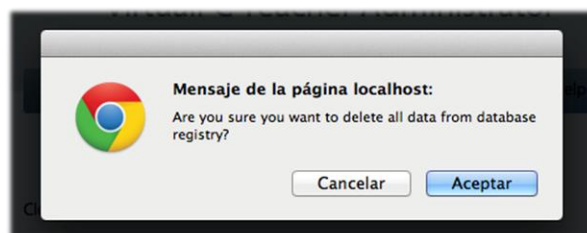
Imatge 9-14 Pàgina d'eliminació d'informació web Administrator

Un cop triada l'opció es demanarà la contrasenya d'administrador:



Imatge 9-15 Finestra de confirmació de contrasenya

Posteriorment, es demanarà confirmació de que realment es vol eliminar la informació demanada:



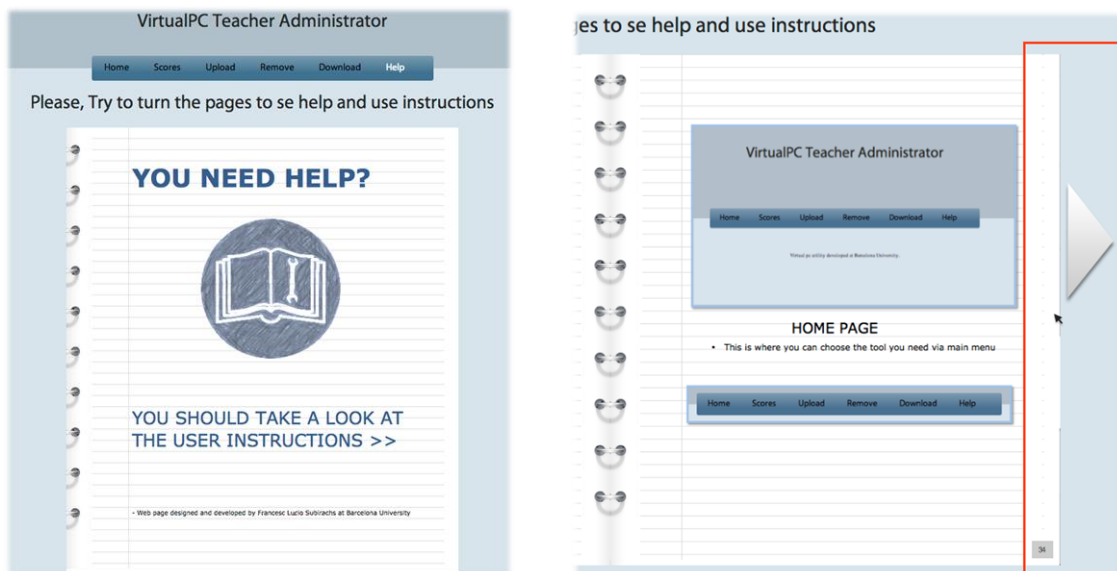
Imatge 9-16 Finestra de confirmació d'esborrat de totes les dades

- Download: aquesta pàgina permet descarregar un fitxer de text amb les puntuacions dels usuaris registrats. Si no es prem el botó per iniciar la descarrega el sistema es dirigirà a la pàgina principal al cap de 30 segons



Imatge 9-17 Pàgina de descarrega de puntuacions en un fitxer de text

- Help: aquesta pàgina mostra un manual d'ús ràpid de la web on es mostren conceptes aquí explicats.



Imatge 9-18 Pàgina d'ajuda amb manual d'ajuda al usuari (esquerra) i Detall del manual d'usuari amb la zona seleccionable per passar pàgina remarcada (dreta)

Per a consultar el manual només cal prémer els laterals de les pàgines o les fletxes que hi apareixen al apropar-se a aquests.

Apèndix D. Documents del test d'usabilitat

Guió del moderador

Abans de començar posaré en marxa el software de gravació d'escriptori, deixaré preparada tota la documentació que s'hagi d'entregar al usuari, iniciaré la base de dades i el software i faré una prova per assegurar-me que tot funciona correctament (per última vegada avanç del test). Després deixaré entrar a l'usuari i començaré amb el següent guió:

1. Presentació: "Hola, el meu nom es Francesc i serè el moderador d'aquesta sessió de test. Primerament abans de res m'agradaria agrair que ens dediquis el teu temps per ajudar-nos fent aquesta sessió de test que durarà uns 30 minuts."
2. Introducció a la sessió de test: "T'hem preparat una petita introducció per que abans de res sàpigues de que tracta i que pretenem obtenir a partir d'aquesta sessió. <Entregar el document "Full d'informació"> Si per favor el pots llegir, i pots preguntar-me si alguna cosa no t'ha quedat clara o tens algun dubte."
3. Firmar Document : "Ara si ens fas el favor et dono un full d'acceptació que hauries de firmar abans de continuar amb la sessió. Recorda que en tot moment seràs lliure de abandonar o negar-te a continuar amb la sessió i que no obtindrem ni utilitzarem les teves dades personals fora d'aquesta sessió."
4. Presentació de les tasques i del joc: "Be, doncs, ara t'entrego el full on se't indiquen quines tasques hauràs de realitzar amb el joc que tens obert davant teu. Si necessites preguntar-me alguna cosa sobre la descripció de les tasques no dubtis en fer-ho. Un cop comencem jo intentaré no intervenir si no es necessari, fent que tu completis les tasques. I recorda, estem posant a prova el programa i no a tu."
5. Inici sessió de tasques: Aquí em quedo en segon pla prenent anotacions i pendent de si l'usuari arriba a una situació a la que no em quedi més remei que intervenir (sense allunyar-me massa per que no senti que esta sol però lo suficientment proper com per que senti que encara hi soc per atendre algun dubte important que pugui sorgir).
6. Qüestionari: "Val, ara que ja has completat les tasques t'entrego aquest full que m'agradaria que contestessis amb tranquil·litat i sinceritat sobre alguns aspectes del joc al que acabes de jugar. Igual que abans, qualsevol dubte, me'l preguntes sense cap problema."
Mentre acaba d'omplir/m'entrega el full del qüestionari em fixo (dissimuladament) en les respostes de les preguntes, per si cal reforçar-ne alguna informació durant l'entrevista posterior.
7. Entrevista: "Be doncs ara ja acabem, si no t'importa m'agradaria que m'expliquessis com ha estat l'experiència que has tingut amb el joc i si pot ser que t'ha agradat o que canviaries o t'ha costat més durant la sessió. PREGUNTAR LES PREGUNTES IDENTIFICADES EN LA PART ANTERIOR (si s'encalla i no diu res preguntar algunes de les preguntes que poso tot seguit)"

- En general has trobat el joc difícil d'utilitzar?
- (Si ha dit que li ha costat moure a càmera. Preguntar.)Descriu que canviaries de la forma d'interactuar amb el punt de vista de l'ordinador.
- Has trobat algun tema a faltar ? (Relacionat amb l'assignatura)
- T'agradaria poder veure informació del temari de l'assignatura des del joc?

Full d'informació del test d'usuaris del joc Virtual PC

Li volem agrair que ens dediqui el seu temps per participar en aquesta sessió de test. Cal mencionar que es tracta d'un test d'usuaris desenvolupat en el marc d'un projecte de fi de grau de l'ensenyament en Enginyeria Informàtica que imparteix la Universitat de Barcelona.

Aquest test es tracta, essencialment, d'un seguit de **tasques i qüestionaris post-test sobre un joc seriós** on es vol aconseguir entretenir alhora que s'aprèn. Cal recordar que **NO t'estem avaluant a vostè sinó que estem avaluant el nostre joc** per tal de millorar-lo.

La seva participació en aquest test es totalment **voluntària** i si vostè ha decidit participar serà **lliure de abandonar o negar-se a completar el test**, sense tenir que donar-ne explicacions.

L'equip que realitza aquest test **no recollirà informació pertinent a les seves dades personals** (serà tractat com a usuari anònim), exceptuant en la firma de consentiment.

Full de consentiment

Jo:

He llegit el full d'informació que se m'ha entregat.

He rebut suficient informació sobre el test.

He parlat amb:

Comprenc que la meva participació és voluntària i que puc retirar-me quan vulgui sense tenir que donar cap explicació.

Jo, expresso la meva conformitat de lliure participació en el test.

Data:

Firma del participant

Firma del moderador del test

Descripció de les tasques

Gràcies de nou per participar en aquest test d'usuaris que pretén **avaluar un joc seriós educatiu** de temàtica relacionada amb el concepte d'ordinador i els seus principals components.

Tot seguit et presentem una sèrie de tasques que hauràs de dur a terme amb el joc.

Les **tasques** són les següents:

1. **Registra't** utilitzant com a nom d'usuari el teu **correu de la UB** (alumnes.ub.edu) i amb **una contrasenya escollida** per tu
2. Comença un **joc nou**, juga i intenta completar els **nivells 1 i 2** del joc
3. Canvia el **volum** del so del joc al **nivell màxim**
4. Canvia la **qualitat** gràfica del joc al **nivell mínim**
5. **Consulta les puntuacions** que has obtingut

Enquesta de valoració

Nom:
Edat:
Data:

Marcar amb un cercle el nombre que millor s'adeqüi a la seva opinió sobre la pregunta corresponent.

Pregunta	Molt inútil				Molt útil
Trobes aquest joc útil com a eina per a repassar el temari de l'assignatura?	1	2	3	4	5
	molt avorrit				molt divertit
Ha resultat divertit jugar ?	1	2	3	4	5
	Molt poc atractiu				Molt atractiu
L'entorn del joc et sembla atractiu?	1	2	3	4	5
	Molt difícil				Molt fàcil
La forma de moure l'angle de visió per a veure les diferents parts del ordinador t'ha resultat.	1	2	3	4	5
	Gens entenedores				Molt entenedores
Les instruccions donades en el nivell 0 per a poder jugar t'han resultat.	1	2	3	4	5
	Molt avançat				Molt bàsic
Trobes el nivell del llenguatge.	1	2	3	4	5
	Gens clares				Molt clares
Les preguntes durant el joc són.	1	2	3	4	5
	Molt en desacord				Molt d'acord
La informació de la partida et permet veure el teu progres en el joc amb facilitat i claredat?	1	2	3	4	5
	Segur que no				Segur que si
Recomanaries aquest joc a un amic o company?	1	2	3	4	5
	Segur que no				Segur que si
Tornaries a jugar a aquest joc?	1	2	3	4	5

Canviaries o afegiries alguna cosa al joc? (Per exemple temàtica, personatges, altres elements de joc, etc...)

