



UNIVERSITAT
POMPEU FABRA

ESCOLA SUPERIOR POLITÈCNICA
ESTUDIS D'INFORMÀTICA

Projecte Fi de Carrera

Disseny, implementació i
avaluació d'un joc tangible basat
en puzles per aprendre conceptes
de les enginyeries TIC

Joan Cardona Serra
Curs 2011-2012

ENGINYERIA
EN INFORMÀTICA

Director:
JAVEIR MELERO

Agraïments

M'agradaria expressar el meu agraïment sobretot als meus pares que han fet possible no només aquest projecte, sinó que pugui estar a Barcelona aquests quatre anys per realitzar aquests estudis. També agrair que m'hagin recolzat en tots els mals moments i que m'hagin hagut d'aguantar quan les coses es posaven difícils. Una altre persona que sense ella no hagués estat possible aquest projecte és el meu tutor Javi, ha estat un tutor excepcional que s'ha preocupat en tot moment de que aquest projecte tingués la millor forma possible i que sempre ha estat disposat a ajudar-me.

Per altre banda m'agradaria agrair al Col·legi Públic de Tramuntana per lo bé que em van tractar quan vaig anar a fer l'avaluació del PFC i per totes les facilitats que em van donar, igual que als seus alumnes de cinquè i sisè de primària que es van esforçar al màxim i que, gràcies al seu esforç, ha estat possible obtenir uns resultats excel·lents. També a la meva cosina Elena que em va posar en contacte amb el col·legi i em va ajudar en tot el que va poder.

Per últim agrair als meus companys d'universitat amb qui he passat tantes hores a la biblioteca i sense els quals tots aquests esforços haguessin estat molt més durs i difícils de passar.

Resum

L'interès per les carreres relacionades amb les enginyeries del camp de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) va caient any rere any i això es tradueix en menys matriculacions per cada any que passa. Una de les causes principals és la falta de motivació i interès envers aquestes carreres. Aquest problema s'atribueix a que les metodologies d'aprenentatge tradicionals no s'adeqüen a les necessitats i requeriments dels estudiants d'avui dia, que han crescut envoltats de tecnologia, i se'ls coneix amb el nom en anglès de *digital natives*.

L'aprenentatge basat en jocs sorgeix com a una possible solució per afrontar aquesta falta d'interès per les àrees del coneixement relacionades amb les enginyeries TIC. Aquest mètode d'aprenentatge consisteix en que els estudiants aprenguin conceptes de les TIC mentre estan jugant a un joc. Per tant, en el context d'aquest PFC, ens centrarem en el disseny i implementació d'un joc per aprendre conceptes bàsics de les enginyeries TIC. En concret, el disseny d'aquest joc segueix les característiques definides per un model conceptual que descriu quins són els elements necessaris per crear jocs basats en puzles: quins són els elements principals que componen aquests tipus de joc i quines pistes es poden afegir per guiar a l'estudiant en el procés d'aprenentatge amb el joc. Per altra banda, pel que fa a la implementació del joc, s'utilitzarà tecnologia basada en interfícies tangibles.

Per tal d'analitzar el joc basat en puzles que s'ha dissenyat i implementat per aprendre conceptes bàsics de les Enginyeries TIC, s'ha portat a terme una avaluació amb estudiants d'un centre educatiu. Aspectes com el disseny de pistes, l'experiència dels estudiants amb el joc i l'aprenentatge amb el joc seran analitzats per extreure les conclusions oportunes.

Paraules clau: Enginyeries TIC, Aprenentatges basats en jocs, Jocs basats en puzles, Interfícies tangibles.

Resumen

El interés por las carreras relacionadas con las ingenierías en el campo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) va cayendo año tras año y eso se traduce en menos matriculaciones por cada año que pasa. Una de las principales causas es la falta de motivación e interés por estas carreras. Una de las causas de este problema se atribuye a que las metodologías de aprendizaje tradicionales no se adecuan a las necesidades i requerimientos de los estudiantes de hoy día, que han crecido rodeados de tecnología, i se los conoce con el nombre en inglés de *digital natives*.

El aprendizaje basado en juegos surge como una posible solución para afrontar esta falta de interés por las áreas del conocimiento relacionadas con las ingenierías TIC. Éste método de aprendizaje consiste en que los estudiantes aprendan conceptos de las TIC mientras están jugando a un juego. Por tanto, en el contexto de este PFC, nos centraremos en el diseño e implementación de un juego para aprender conceptos básicos de las ingenierías TIC. En concreto, el diseño de este juego sigue las características definidas por un modelo conceptual que describe cuales son los elementos necesarios para crear juegos basados en puzzles: cuáles son los elementos principales que componen este tipo de juego y qué pistas se pueden añadir para guiar al estudiante en el proceso de aprendizaje con el juego. Por otro lado, por lo que respecta a la implementación del juego, se utilizará tecnología basada en interfaces tangibles.

Para analizar el juego basado en puzzle que se ha diseñado e implementado para aprender conceptos básicos de las Ingenierías TIC, se ha llevado a cabo una evaluación con estudiantes de un centro educativo. Aspectos como el diseño de pistas, la experiencia de los estudiantes con el juego y el aprendizaje con el juego serán analizados para extraer las conclusiones oportunas.

Palabras clave: Ingenierías TIC, Aprendizaje basado en juegos, Juegos basados en puzzles, Interfaces tangibles.

Abstract

The interest in degrees related to Information and Communication Technologies Engineering is falling year after year, which means that there are less and less applications each year. One of the main causes is that these degrees lack of motivation and interest because traditional learning methodologies are not adapted to necessities and requirements of today students, who have been brought up among technology, and they are digital natives.

Learning based on games comes up as one of the possible solutions to face the lack of interest in the areas of knowledge related to Information and Communication Technologies Engineering. This learning method consists of learning concepts of Information and Communication Technologies while they are playing a game. In the context of this Final Degree Project, we will focus on the design and the implementation of a game to learn basic concepts of Information and Communication Technologies Engineering. Specifically, this game has been designed following the established characteristics of a conceptual model that describes which are the necessary elements to create games based on puzzles: which are the main elements that make up these kind of games and which clues can be added to guide the student during the learning process throughout the game. Also, a technology based on tangible interfaces will be used to implement the game.

In order to analyze the game base on puzzle that has been designed and implemented to learn basic concepts of Information and Communication Technologies Engineering, a test in a school has been carried out. Aspects such as the design of clues, the experience of the students and their learning process with the game will be analyzed to draw the appropriate conclusions

Keywords: ICT Engineering education, Game-based Learning, Puzzle-based games, tabletop interfaces

Índex

1. Introducció	13
1.1 Context.....	13
1.2 Objectius	14
1.3 Metodologia.....	15
1.4 Planificació del projecte.....	16
1.5 Estructura de la memòria.....	19
2. Modelatge de jocs basats en puzles	21
2.1 Aprenentatge basat en puzles.....	21
2.2 Model conceptual per a la creació de jocs basats en puzles	22
2.3 IMS Learning Design aplicat en el model conceptual.....	24
2.3.1 Nivells d'implementació d'IMS Learning Design.....	24
2.3.2 Model conceptual de IMS LD	25
3. Disseny del joc	27
3.1 Jocs tangibles i realitat augmentada.....	27
3.2 Temàtica del joc.....	28
3.3 Disseny Centrat en l'Usuari.....	31
4. Implementació del joc.....	37
4.1 Tecnologia utilitzada per a la implementació	37
4.2 Diagrames de classes	38
4.3 Diagrama de seqüència	40
4.4 Resultat final.....	41
5. Avaluació del joc	47
5.1 Descripció de l'experiment	47
5.2 Resultats de l'experiment	48
5.2.1 Aprenentatge.....	49
5.2.2 Pistes proporcionades pel joc.....	50
5.2.3 Experiència joc	52
5.2.4 Tangibilitat del joc	53
5.3 Discussió i conclusions	54
6. Conclusions i treball futur	57
6.1 Conclusions.....	57
6.2 Treball futur	58
6.3 Valoració personal	58
7. Referències.....	61
Apèndix	65
A. Pre- test.....	65
B. Post- test.....	66
C. Qüestionari d'opinió i satisfacció.....	67

Llistat de figures

Figura 1.1. Número de matrícules en enginyeria informàtica per curs	pàg. 13
Figura 1.2. Metodologia de la enginyeria de la usabilitat	pàg. 15
Figura 1.3. Planificació temporal del PFC	pàg. 17
Figura 2.1. Nivells d'agregació semàntica del model conceptual	pàg. 23
Figura 2.2. Model conceptual de tot el disseny de jocs basats en puzles	pàg. 23
Figura 2.3. Nivells d'implementació de IMS LD	pàg. 24
Figura 2.4. Model conceptual IMS LD	pàg. 25
Figura 3.1. Framework d'entorns tangibles i aprenentatge	pàg. 27
Figura 3.2. Disseny mini-joc sobre programació	pàg. 29
Figura 3.3. Disseny mini-joc sobre números binaris	pàg. 29
Figura 3.4. Disseny mini-joc sobre xarxes	pàg. 30
Figura 3.5. Casos d'ús del joc basat en puzles	pàg. 31
Figura 3.6. Model de tasques	pàg. 32
Figura 3.7. Model de continguts de la part teòrica	pàg. 33
Figura 3.8. Model de continguts de la part dels mini jocs	pàg. 34
Figura 3.9. Relació pantalles del Joc	pàg. 34
Figura 4.1. Diagrama TUIO	pàg. 35
Figura 4.2. Superfície interactiva i peces físiques del joc	pàg. 36
Figura 4.3. Diagrama de classes	pàg. 37
Figura 4.4. Diagrama de seqüència	pàg. 39
Figura 4.5. Pantalla inicial del joc	pàg. 40
Figura 4.6. Teoria primer mini-joc	pàg. 40
Figura 4.7. Explicació primer mini-joc	pàg. 41
Figura 4.8. Pantalla principal primer mini-joc	pàg. 41
Figura 4.9. Explicació i teoria del segon mini-joc	pàg. 42
Figura 4.10. Pantalla principal segon mini-joc	pàg. 42
Figura 4.11. Explicació i teoria del tercer mini-joc	pàg. 43
Figura 4.12. Pantalla principal tercer mini-joc	pàg. 43
Figura 5.1. Fotografies de l'avaluació	pàg. 45
Figura 5.2. Resultats dels pre-tests i post-tests	pàg. 47
Figura 5.3. Dificultats durant el joc	pàg. 48
Figura 5.4. Errors d'alumnes amb pistes	pàg. 49
Figura 5.5. Errors d'alumnes sense pistes	pàg. 50
Figura 5.6. Resultats diversió peces físiques	pàg. 52

Llistat de Taules

Taula 3.1. Cas d'ús: Proposar una solució	pàg. 32
Taula 3.2. Cas d'ús: Demanar una pista	pàg. 32
Taula 3.3. Cas d'ús: Llegir l'enunciat	pàg. 32
Taula 5.1. Resultats obtinguts en els qüestionaris	pàg. 46
Taula 5.2. Resultats en relació a l'aprenentatge	pàg. 47
Taula 5.3. Resultats en relació a les pistes	pàg. 49
Taula 5.4. Resultats en relació a l'experiència del joc	pàg. 50
Taula 5.5. Resultats en relació a la tangibilitat del joc	pàg. 52

1. Introducció

En aquest primer capítol explicarem el context per entendre la motivació principal d'aquest projecte, juntament amb els objectius que es persegueixen. Per arribar a aquests objectius, es descriurà la metodologia que utilitzarem per aconseguir els nostres propòsits amb una bona qualitat. Finalment es farà una planificació del projecte i es definirà com estarà estructurada la memòria.

1.1 Context

L'aprenentatge Basat en Jocs (GBL, de l'anglès *Game Based Learning*) consisteix en una manera diferent d'aprenentatge on, a través de jocs educatius, s'aconsegueix motivar els estudiants i convertir l'aprenentatge en una tasca divertida [7]. Aquest tipus d'aprenentatge sorgeix com a resposta d'adequar l'aprenentatge a les noves generacions d'estudiants, donat que les formes tradicionals en que s'educa avui en dia estan pensades per a generacions passades, caracteritzades per tenir unes condicions i formes de vida molt diferents a les actuals.

Els joves d'avui dia (coneguts amb el terme anglès de *digital natives*) estan molt habituats a estar en contacte amb la tecnologia i per tant han canviat el seu estil intel·lectual, comportant que les actuals formes educatives els hi resulten poc motivadores [7]. En aquest sentit, el GBL té unes característiques que afavoreix la manera en que les persones d'avui dia aprenem [6]: s'utilitza el coneixement previ de l'estudiant per avançar cap endavant en l'aprenentatge, promou l'exploració de la informació, ofereix feedback i avaluació del progrés d'aprenentatge, permet crear escenaris experimentals que serveixen per posar a prova hipòtesis, i són entorns socials.

Una bona oportunitat de posar en pràctica l'aprenentatge basat en jocs és en el camp de les Tecnologies de la Informació i les Comunicacions (TIC) ja que avui dia ens trobem en una situació en que l'interès dels estudiants en les TIC cada cop és més baix [1, 3]. Així ho demostren dades estadístiques (veure Figura 1.1) on es mostren el número de matrícules realitzades a la carrera d'Enginyeria Informàtica a Espanya a partir del 1998 fins el 2009 [16].

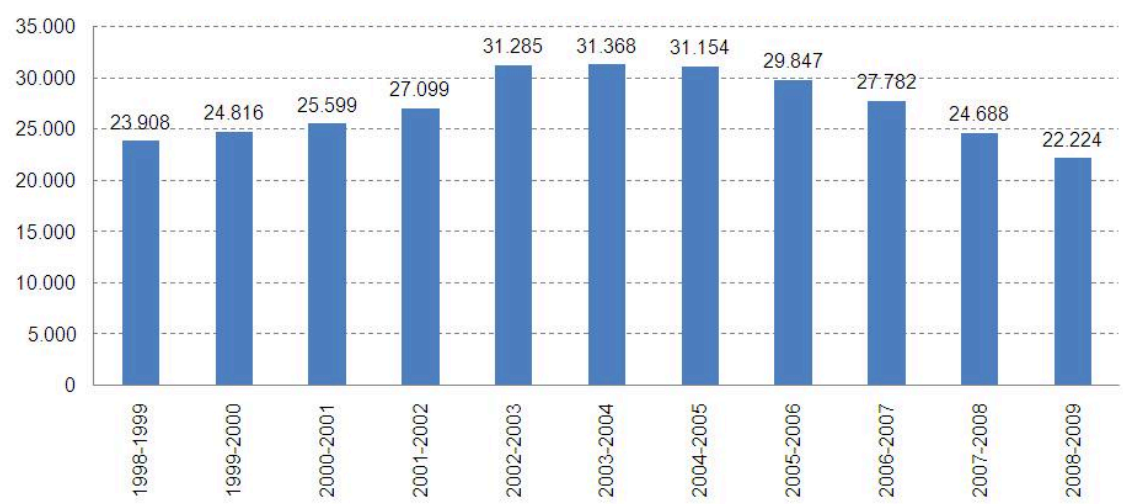


Figura 1.1. Número de matrícules en enginyeria informàtica per curs

Un tipus de joc dintre del camp del GBL són els jocs basats en puzles. Aquests tipus de jocs són aquells que fan referència als que, per trobar la solució, el jugador ha de resoldre una prova d'habilitat [20]. Els jocs basats en puzles orientats a l'educació fan que els estudiants aprenguin a pensar en com estructurar i resoldre un problema. Pels educadors sempre han estat una opció molt interessant ja que permet portar al jugador pas a pas pel camí que es vol (Kahn, 1999).

Pel que fa als jocs basats en puzles, s'ha definit un model conceptual [5] que permet el disseny i posterior creació d'aquests tipus de jocs. Aquest model conceptual conté els elements que s'han de tenir en compte pel disseny de jocs on la resolució d'activitats estan basades en resoldre trencaclosques i a més integrin mecanismes de pistes per poder donar solució als problemes plantejats. Més concretament, aquests jocs es componen de: a) el flux de les activitats que defineixen les diferents tasques del joc, b) les peces de les quals es compona el puzle i les relacions que s'estableixen entre les peces per proposar una solució a les diferents activitats; c) i la puntuació obtinguda (junt amb el feedback corresponent) relacionada amb el resultat obtingut al acabar cada una de les activitats.

Per altra banda, donat que avui dia existeix un gran ventall de possibilitats tecnològiques a utilitzar per implementar jocs educatius, aquest model conceptual permet el disseny i la creació de jocs per ordinadors, per dispositius mòbils i interfícies tangibles. En aquest sentit, en aquest PFC ens centrarem, en concret, en la creació d'un joc tangible basat en puzles dintre del camp de les TIC. El principal objectiu de les interfícies tangibles és transformar objectes reals en l'entrada o sortida d'informació d'una interfície d'un ordinador. Amb la introducció de la tecnologia tangible fem que els usuaris es sentin molt més presents dins el joc que si fos per ordinador [17]. A més tenim l'avantatge de que es pot utilitzar fàcilment sense tenir prèviament cap experiència amb ordinadors. Tenint en compte això, el nostre objectiu és que l'estudiant interactuï a través d'unes peces físiques sobre una taula, és a dir, no es comunicarà amb un ordinador directament, sinó que tant el feedback com les seves respostes es faran a la taula tangible.

En conclusió, tenint en compte tots aquests factors, el que es farà en aquest PFC serà dissenyar, implementar i avaluar un joc basat en puzles seguint les característiques definides pel model conceptual que hem explicat anteriorment [5]. A més, també tindrà la característica que serà un joc tangible on s'utilitzarà realitat augmentada, és a dir, l'estudiant interactuarà amb el sistema a través d'unes peces físiques. Per últim, la temàtica del joc estarà relacionada amb diferents àrees de les enginyeries TIC.

1.2 Objectius

El principal objectiu d'aquest Projecte Fi de Carrera és implementar, dissenyar i avaluar un joc educatiu tangible basat en puzles. En concret, aquest objectiu es pot desglossar en els següents objectius secundaris:

- Entendre el context en el què es treballa: Per a poder entendre i realitzar amb èxit un projecte és totalment imprescindible saber el context en què es treballa, si no estem en situació no podrem veure les necessitats reals del projecte i per tant el resultat final no serà l'esperat. Per tant, haurem de familiaritzar-nos i entendre els conceptes principals que es treballaran en aquest PFC que són: l'aprenentatge basat en jocs, els jocs basats en puzles, i els jocs tangibles.
- Dissenyar el joc: Quan dissenyem el joc hem de tenir sempre present que volem fer un joc tangible i que, per tant, el nostre sistema ha de ser usable. Per aconseguir aquest objectiu haurem de seguir una metodologia que ens assegurï que al final, el nostre joc serà totalment usable i intuïtiu. Apart d'aquesta metodologia, també haurem de definir en quina àrea educativa ens centrarem de les enginyeries TIC per proposar les diferents activitats del nostre joc.
- Implementar el joc: Hem decidit fer un joc tangible, per tant la part d'implementació haurà d'anar d'acord amb aquesta tecnologia, haurem de mirar quin llenguatge ens convé més i com farem la part gràfica. La part d'implementació és molt important en el projecte, ja que és a la que més esforços i temps se li dedica. Abans d'implementar res hem d'estar segurs de conèixer bé tot el que necessitem i acostumar-nos a treballar amb aquestes tecnologies.
- Avaluar el joc: Per saber si hem complert amb tots els objectius plantejats prèviament, avaluarem el joc en un centre educatiu, on haurem de fer proves per extreure tota la informació possible referent a com interactuen els usuaris amb el nostre sistema. Tota

aquesta informació ens serà molt útil per avaluar el nostre joc i tenir-ho en compte com a treball futur.

1.3 Metodologia

Quan fem un producte, un dels aspectes més importants per determinar si el producte és més bo o més dolent que un altre és la qualitat. En aquest sentit, un dels paràmetres de qualitat més determinants en el desenvolupament de productes interactius és la usabilitat. És important estudiar com es comuniquen les persones amb les màquines, és a dir, la Interacció Persona-Màquina ja que ens permetrà millorar la seguretat, l'eficiència i la usabilitat dels productes interactius basats en ordinadors.

El terme d'Enginyeria de la Usabilitat es refereix als conceptes i tècniques que s'han d'utilitzar per planificar, aconseguir i verificar els objectius de la usabilitat d'un sistema. L'idea és que es defineixin al principi els objectius mesurables de la usabilitat per després anar avaluant-los durant tot el desenvolupament per assegurar que s'aconsegueixen. En concret, seguirem un Model de Procés [12], basat en l'Enginyeria del Software on, al final del procés, es realitzen tests per saber quin grau d'usabilitat té el producte en qüestió. Aquests model es caracteritza principalment per les següents activitats:

- Activitats estructurades dels anàlisis de requeriments on la usabilitat té una importància capital des del primer moment.
- Activitats de suport a una estructura del disseny de la interfície d'usuari.
- Activitats d'avaluació dels objectes d'usabilitat a través d'iteracions en el disseny.

Per a saber sempre en quina fase ens trobem del model de procés, ens farem un esquema d'aquest model. És necessari que aquest esquema sigui clar, breu i concís, està pensat perquè ens fem la idea amb un simple cop d'ull. A més hem de tenir en compte que no tots els integrants de l'equip estan habituats a treballar amb esquemes i per tant, per ells també ha de ser fàcil.

El següent esquema mostra les diferents fases que tindrà el model que seguirem al llarg del PFC (veure Figura 1.2):

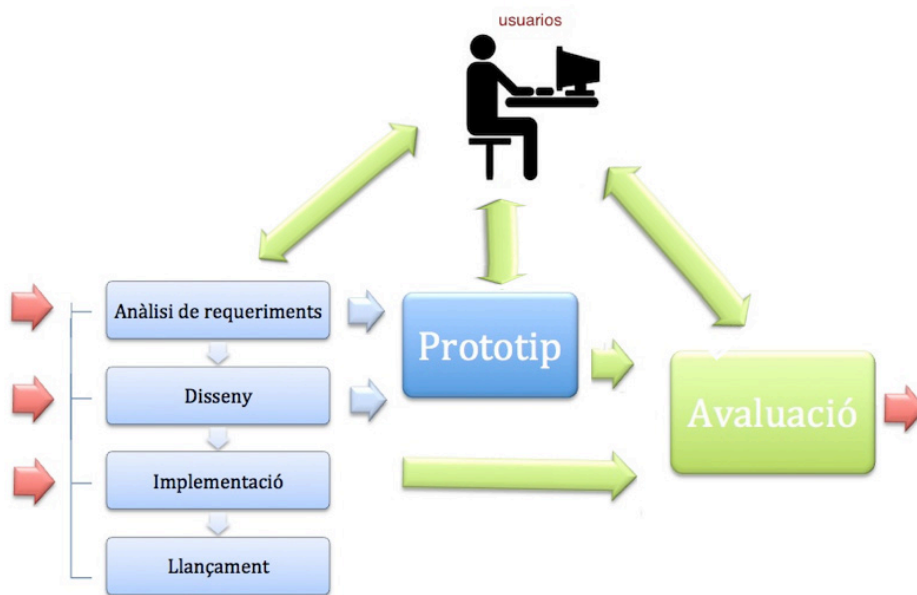


Figura 1.2. Metodologia de la enginyeria de la usabilitat

En concret, les diferents fases que tindrà el nostre model reflecteix les següents premisses bàsiques:

- Organització conceptual: L'esquema segueix una organització, hi ha una sèrie de blocs que representen la fase de desenvolupament en el que ens trobem i ens ubica en un pas concret l'activitat del coneixement existent en la interacció persona-màquina.
- Tres pilars bàsics que caracteritzen el procés de model que utilitzarem:
 - o Enginyeria del software clàssica: És l'anàlisi, disseny, implementació i instal·lació de l'aplicació en qüestió i correspon a la columna de l'esquerra de l'esquema.
 - o Prototipat: Metodologia que engloba tècniques que permetran la posterior fase d'avaluació. És la columna central de l'esquema.
 - o Avaluació: Engloba i categoritza els mètodes d'avaluació existents. Correspon a la columna de la dreta de l'esquema.
- L'usuari: Volem fer un procés que sigui un disseny centrat en l'usuari, per tant aquest ha de ser el centre del nostre esquema i estar per sobre de tots els nodes, és el centre del desenvolupament i ha de quedar clar en quines facetes intervé.
- La iterabilitat del mètode: En tot procés de software existeix una fase que es necessita de una sèrie de repeticions per arribar al resultat esperat. En el nostre model això es representa a través de les fletxes, aquestes indiquen en quin sentit pot anar el flux de l'avanç en el desenvolupament del sistema. El model no té un sentit ni lineal ni restrictiu ja que serà el grup de desenvolupament qui marcarà quantes iteracions s'han de fer i com s'han de fer.

1.4 Planificació del projecte

Per assolir els diferents objectius plantejats anteriorment, i seguint la metodologia exposada a l'anterior apartat, és necessari realitzar una planificació temporal definint les tasques i les duracions temporals corresponents. Es va fer una planificació a l'inici del projecte per a anar marcant les etapes i assegurar-nos que s'arribava a l'entrega desitjada, però aquesta planificació inicial ha anat variant al llarg del temps. Ja es sabia que la planificació no era tancada i invariable sinó que es podia anar modificant amb el temps per actualitzar-la amb els imprevists que han anat succeint al llarg del projecte. Així la planificació final no és la mateixa que la inicial, tot i això en aquest apartat només s'explicarà la final, la que és el resultat de tot el procés d'elaboració del projecte.

El setembre del 2011 va servir per definir el projecte i començar a pensar en els detalls de cada joc, en quina temàtica ens centràriem, de quina manera haurien de ser els jocs i quants jocs hauríem de fer.

A partir d'octubre ja vam començar la memòria del projecte. El primer de tot va ser buscar informació centrada, sobretot, en l'aprenentatge basat en jocs. Això ens ha ajudat a entendre el context en el que treballem. Un cop hem entès bé el context i hem pensat en com serà el projecte, comencem a escriure totes les idees a la memòria.

Els mesos de gener i febrer s'han dedicat a escriure la memòria. Durant les dues últimes setmanes de gener es va escriure tot el primer capítol. En concret es va explicar el context, quina metodologia em utilitzat durant tot el projecte per a que ens surti un sistema usable i una planificació temporal temptativa de tot el PFC, per anar complint les fites i acabar-ho amb el temps planejat.

La primera i la segona setmana de febrer es van dedicar a definir el disseny del joc. En concret es van descriure el context en quant a jocs tangibles i realitat augmenta, juntament amb la temàtica del joc. Durant aquest mes, també es va es va descriure el flux del joc i es va aplicar el Disseny Centrat en l'Usuari.

Al març del 2012, un cop acabat l'estat de l'art i el disseny del joc, es va començar a implementar el joc. Prèviament es va fer un estudi sobre la tecnologia a utilitzar, buscant la opció que ens va resultar més còmode. En concret, durant la primera quinzena de març es va

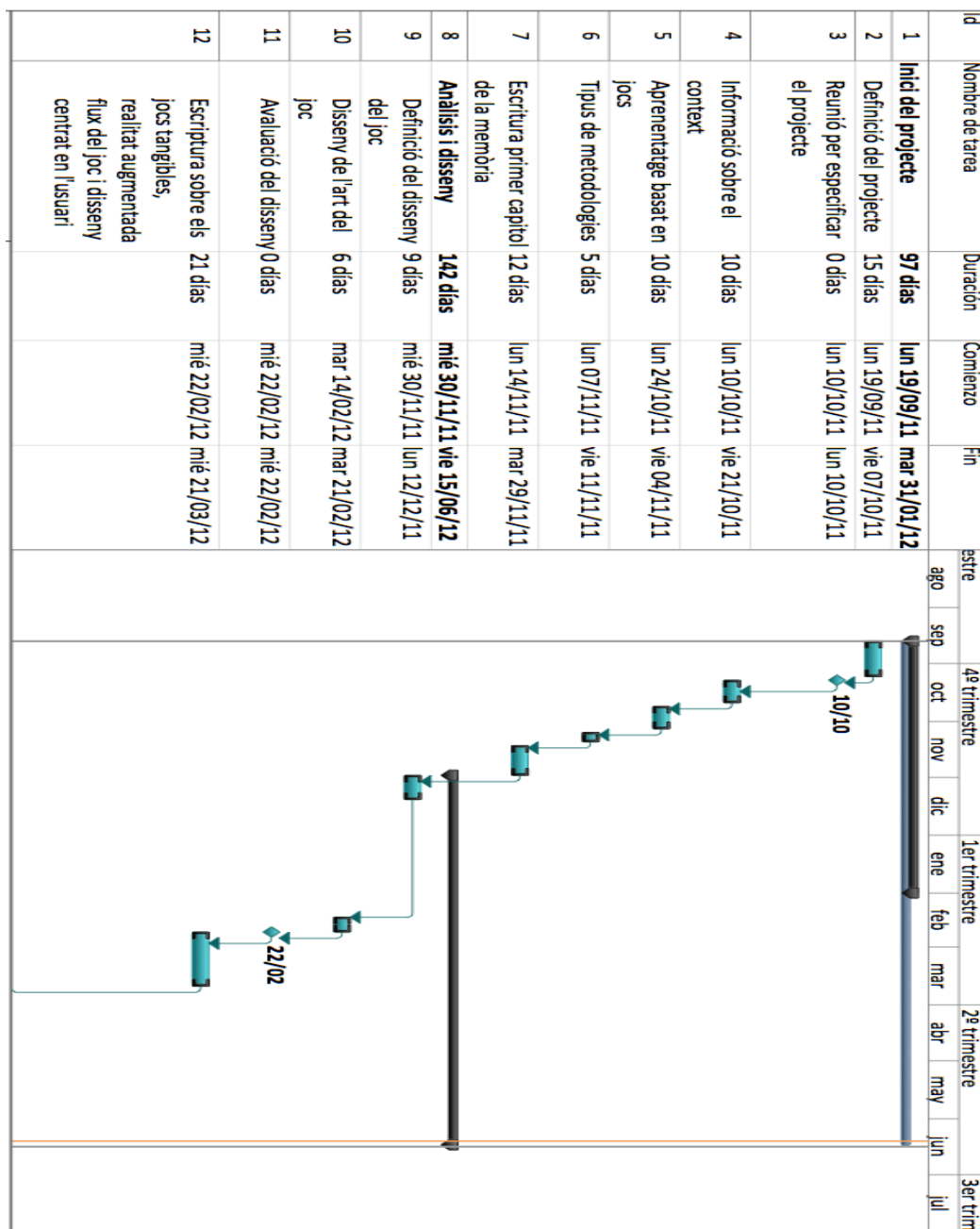
implementar el primer nivell del joc juntament amb la introducció; mentre que a la segona quinzena, es va implementar el segon nivell del joc.

A l'abril es va dedicar a la implementació del tercer i últim nivell del joc. Durant la última setmana d'aquest més es va dedicar a tancar tots els detalls del joc i a començar amb la redacció de la memòria de tota la part relacionada amb la implementació del joc.

Durant el maig es van acabar de refinar detalls del joc i es van realitzar diferents proves amb estudiants d'un centre escolar per a provar la usabilitat del sistema.

Al mes de juny es van avaluar tots els resultats obtinguts i es van escriure els últims capítols de la memòria.

Per últim destacar que durant tots aquests mesos, cada setmana (o cada dues setmanes) es farà una reunió amb el tutor per anar validant tot el procés que es vagi fent. La Figura 1.3 mostra esquemàticament la planificació final derivada d'aquest Projecte Final de Carrera.



Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	4º trimestre												
					ago	sep	oct	nov	dic	1er trimestre			2º trimestre			3er trim	
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
25	Avaluació del joc a l'escola	1 dia	Jun 21/05/12	Jun 21/05/12													
26	Explicació de l'avaluació	0 dias	Mar 22/05/12	Mar 22/05/12													
27	Esriptura del capítol d'avaluació, conclusions i treball futur	8 dias	Mar 22/05/12	Jue 31/05/12													
28	Entrega de la memòria	0 dias	Vie 15/06/12	Vie 15/06/12													

Figura 1.3. Planificació temporal del PFC

1.5 Estructura de la memòria

A continuació es descriu com està estructurada aquesta memòria:

- Capítol 1- Introducció:

En aquest capítol es fa una descripció del context d'aquest projecte. Primer de tot és molt important conèixer bé el context en què ens trobem per a poder situar-nos correctament i poder

entendre amb tot detall quines són les motivacions i els objectius que es volen assolir. Per tant també es detallen els objectius que s'esperen aconseguir a l'acabar aquest projecte, així com la metodologia que es seguirà per a dur-lo a terme.

- Capítol 2- Modelatge de jocs basats en puzles:

En aquest capítol s'estudia tot el que implica l'aprenentatge basat en puzles, els avantatges, els inconvenients i les característiques que tenen per a poder aprofitar bé totes les possibilitats que ens ofereixen. També s'analitzarà un model conceptual que ens servirà de guia per a la creació de jocs basats en puzles. A més, s'explica què és l'estàndar educatiu de *IMS Learning Design* i es parla de la seva utilitat en el nostre context.

- Capítol 3- Disseny del joc:

Aquí s'explica tot lo relacionat amb el joc, com serà, com funcionarà i es detallarà totes les parts de les que estarà format. És important veure el valor que suposa fer un joc tangible respecte a fer un joc normal com els que estem acostumats. També es veu la temàtica del joc i una explicació de cadascun dels nivells que integren el joc.

- Capítol 4- Implementació del joc:

En aquest capítol es detallen totes les tecnologies utilitzades en el projecte. No és l'únic que s'analitza, també es veuen els programes utilitzats al llarg de tot el projecte, així com els llenguatges de programació que s'han necessitat per a la implementació del joc. També s'exposen els problemes que s'han anat trobant i la manera com s'han resolt. A més d'una explicació de perquè s'han escollit cada una de les eines i no unes altres. Finalment també inclou el diagrama de classes i captures del resultat final del joc.

- Capítol 5- Avaluació del joc:

Explica l'avaluació del joc que s'ha fet amb els alumnes de cinquè i sisè de primària de l'escola de Tramuntana, a Menorca. Es mostren els resultats obtinguts als tests i qüestionaris que s'han realitzat així com les observacions que es van agafar mentre els participants realitzaven la prova.

- Capítol 6- Conclusions i treball futur:

A l'últim capítol s'analitzarà els resultats globals que s'han obtingut en el projecte, valorant si s'han aconseguit els objectius establerts a l'inici i plantejant ampliacions a aquest treball

2. Modelatge de jocs basats en puzles

En aquest capítol s'explica una de les premisses més importants del projecte, com mitjançant els jocs es pot educar i els avantatges que aquests suposen. S'explica quins aspectes són importants a l'hora de dissenyar un joc basat en puzles per d'aquesta manera aconseguir dissenyar-lo lo millor possible. A més s'explica el model conceptual que utilitzem per al disseny del nostre propi joc basat en puzles. Finalment s'explicarà *IMS Learning Design*, un estàndard educatiu que utilitzarem per a la implementació del nostre joc.

2.1 Aprenentatge basat en puzles

En aquest projecte ens centrarem en dissenyar un joc basat en puzles. Aquests tipus de jocs permeten que els jugadors pensin en com resoldre el problema, per tant són molt útils a l'hora d'encarar-los en l'educació perquè promouen que els estudiants pensin en quina és la manera de trobar la solució [20]. D'aquesta manera els estudiants aprenen a tenir un pensament crític alhora que aprenen conceptes concrets. Els jocs basats en puzles, a més, deixen que el jugador cregui que té el control sobre el joc, tot i que realment el que fa és anar pas a pas per un camí marcat [32].

Si apliquem aquest tipus d'aprenentatge al món de les TIC ens ajudarà a que els estudiants es consciencin de que la ciència és interessant i útil, que les matemàtiques no els hi han de fer por i per tant no han d'odiar-les, que els cursos que fan són útils i que és molt important que tinguin una formació i títols, que quan es moguin en el món real sàpiguen resoldre els problemes que se'ls hi plantegi [22]. És important que els estudiants tinguin clars aquests punts perquè molts no s'ho prenen en serio ja que no veuen la relació entre el que fan i el món real i acaben perdent l'interès.

Per tots aquests motius els puzles s'utilitzen en l'educació des de fa més de 60 anys, quan els professors els van començar a aplicar. A nosaltres ens interessen molt perquè els puzles aplicats a l'educació fan que l'estudiant agafi unes habilitats específiques de manera divertida i a més aprenen a pensar de manera creativa. A més donada les característiques pròpies dels puzles [23], ens permet fàcilment adaptar aquests tipus de jocs al món de les enginyeries TIC:

- Independència: Es poden aplicar a molts àmbits, es a dir, no són dependents d'un domini de resolució de problemes en concret.
- Generalitat: la resolució de problemes ha d'estar suportats per estratègies proveïdes per l'instructor que permetran resoldre problemes encara no coneguts.
- Simplicitat: Els puzles dirigits a l'educació han de ser fàcils de recordar per a l'estudiant, així l'estudiant va memoritzant la manera en com ha resolt l'anterior i va assolint el mètode.
- Factor Eureka: El jugador s'ha de trobar amb un puzle que inicialment li sembla molt complicat i, fins hi tot frustrant, però amb la seguretat que al final l'acabarà amb èxit. Ha de ser interessant i que el resultat no sigui intuïtiu ni obvi, el primer que farà l'usuari serà utilitzar la seva intuïció per a resoldre'l però això l'ha de portar per el mal camí. Llavors és quan surt el factor Eureka, quan l'estudiant se'n dona compte de com resoldre el puzle. En aquest moment s'oblida dels moments de frustració anterior i entra en un estat de satisfacció per haver tingut la idea que ha resultat ser la solució.
- Factor d'entreteniment: És importantíssim que l'aprenentatge basat en puzles sigui entretingut i que fomenti la participació. Altrament, és fàcil perdre l'interès en involucrar-se en la participació del joc.

2.2 Model conceptual per a la creació de jocs basats en puzles

Tenint en compte el context de l'aprenentatge basat en puzles, s'ha descrit un model conceptual [33] per al disseny de joc basats en puzles que té en compte una sèrie de factors de disseny de jocs educatius [34]:

- Els jocs han d'estar basats en teories d'aprenentatge constructives o en l'aprenentatge actiu per part de l'estudiant.
- Els jocs han de definir clarament els objectius de l'aprenentatge.
- El joc ha de ser competitiu i la dificultat s'ha d'anar incrementat a mesura que s'hi va jugant.
- Les tasques han d'estar ben identificades durant tot el joc.
- S'ha d'anar donant feedback constantment a les accions que realitzin els jugadors.
- S'ha d'anar donant material educatiu als jugadors mentre estan fent una tasca específica.
- S'han d'anar donant ajudes i pistes per ajudar als jugadors perquè aquests acabin la tasca de manera correcta.

En concret, es proposa un model conceptual que té en compte els factors abans esmentats i que permet:

- La representació de diferents tipus de disseny de jocs. En concret, aquesta característica fa referència a que els jocs basats en puzles poden contenir peces que poden ser representades tant físicament com virtualment.
- Se li ha de donar a l'usuari la sensació de control, tot i que realment va pas a pas.
- Que el joc tingui un objectiu concret i una història; el joc ha d'estar estructurat en diferents nivells on cada cop la dificultat ha de ser major.
- Cada puzle es caracteritza perquè, d'una banda, ha de tenir un mínim de dues peces i han d'estar relacionades entre si, i de l'altra banda ha de tenir una estructura que contingui diferents espais on s'han de deixar les peces específiques.
- Cada cop que el jugador intenti una relació entre les peces, se li ha de donar un feedback i una puntuació.
- Se li ha de proporcionar als estudiants del material suplementari d'acord amb els coneixements que volem que adquireixi el jugador.

La figura 2.1 representa les relacions d'agregació i d'especialització de les classes abstractes del model conceptual per al disseny de jocs basats en puzles. El model mostra que el disseny d'un joc basat en puzles consta, d'una banda, d'una col·lecció de recursos i de l'altra, integra una història, que especifica els aspectes dinàmics d'aquest disseny. Es pot observar que el model mostra tres nivells d'agregació semàntica: el nivell més alt correspon al disseny de jocs basats en puzles, ja que agrega una col·lecció de components, d'objectius del joc i una història. El nivell més baix d'agregació són els recursos i nivells del joc. Els recursos estan agregats als components i als objectius del joc. Els nivells del joc estan agregats en la història del joc. Un component pot ser d'un tipus, en total n'hi ha nou de diferents: flux d'activitats, localització de l'activitat, rol del jugador, peça, taula, espai, puntuació i *scaffolding* (es a dir, mecanismes d'ajuda que guien a l'estudiant en el seu procés d'aprenentatge). En canvi els recursos tenen 4 tipus diferents: persona, continguts d'aprenentatge, flux del joc, contingut, contingut d'*scaffolding* i del puzle.

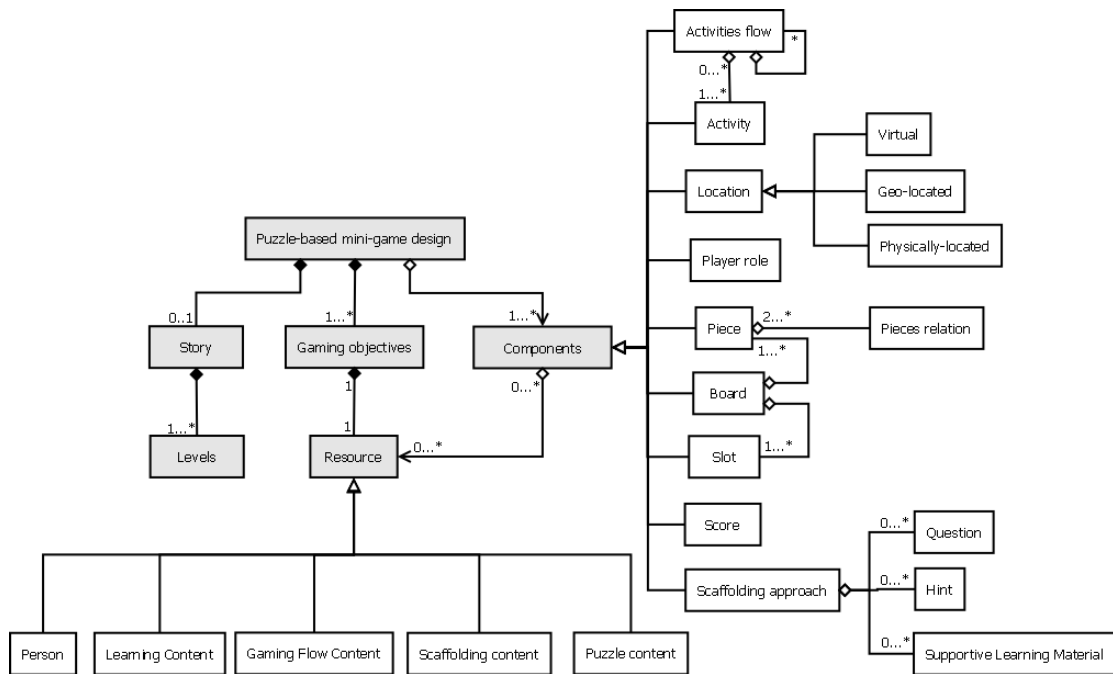


Figura 2.1. Nivells d'agregació semàntica del model conceptual

Per altra banda, el nucli del disseny de jocs basats en puzles es pot resumir en la Figura 2.2. En un joc basat en puzles, una persona té un rol de jugador en un procés específic del joc. Per a cada rol, hi ha uns objectius d'aprenentatge que es desitja aconseguir. Aquests resultats s'aconseguiran a mesura que es vagin fent les activitats d'aprenentatge dins dels nivells del joc amb l'ajuda d'algunes pistes que s'encarregaran d'assistir als estudiants en el seu procés d'aprenentatge. Aquestes pistes consistiran en donar mecanismes de suport als jugadors quan aquests estan fent una tasca concreta. Pel que fa a la història del joc, aquesta és la que permet saber quin rol fa cada activitat i en quin moment. A més, per a resoldre els problemes, els jugadors tindran una sèrie de peces (que poden ser virtuals o físiques) per a que proposin la seva solució als problemes plantejats. Les peces i les seves relacions també poden proveir pistes. Les peces, a més, poden ser part d'un tauler. En aquest sentit es poden establir relacions entre les peces i els forats del tauler en qüestió.

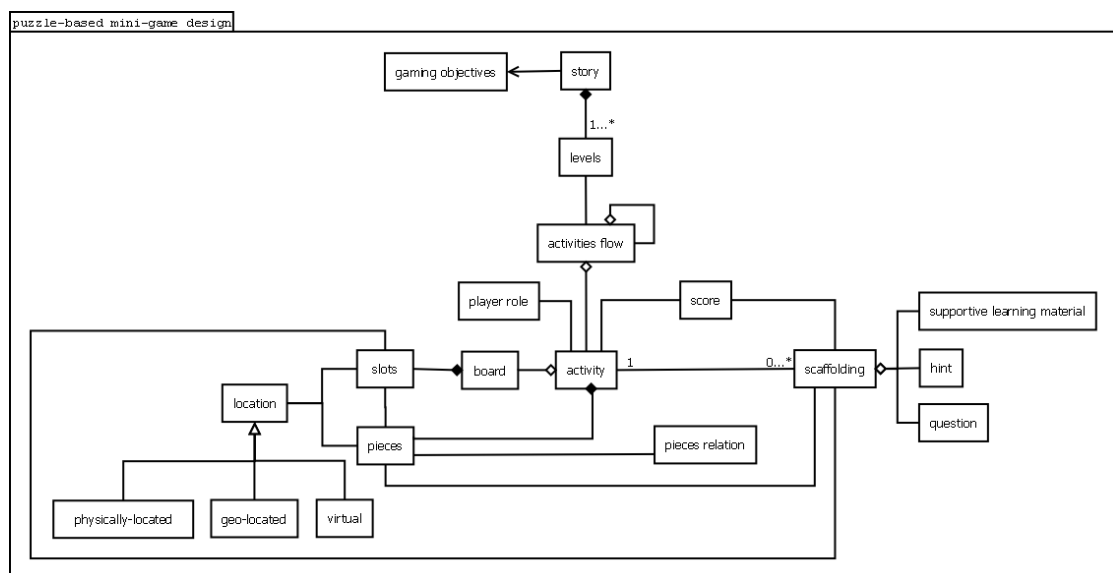


Figura 2.2. Model conceptual de tot el disseny de jocs basats en puzles

2.3 IMS Learning Design aplicat en el model conceptual

Per a la implementació del model conceptual explicat a l'anterior apartat farem us d'estàndards educatius. Els beneficis d'utilitzar estàndards educatius són [24]:

- Ofereixen suport per a múltiples alumnes i contempla la comunicació entre ells.
- Representen el paper que fa el professor dins un aula.
- Permet combinar recursos educatius amb activitats pedagògiques i amb les interaccions entre diferents persones.

En concret adoptarem l'especificació d'*IMS Learning Design* (IMS LD), que és una especificació que busca facilitar la interoperabilitat de dissenys pedagògics complexos anomenats dissenys instruccionals. L'objectiu d'aquesta especificació és proveir d'un *framework* que contingui els elements adequats per a descriure qualsevol disseny d'un procés d'aprenentatge de manera formal [24].

2.3.1 Nivells d'implementació d'IMS Learning Design

En concret, IMS LD es divideix en tres nivells d'implementació, tal i com es pot veure a la Figura 2.3:

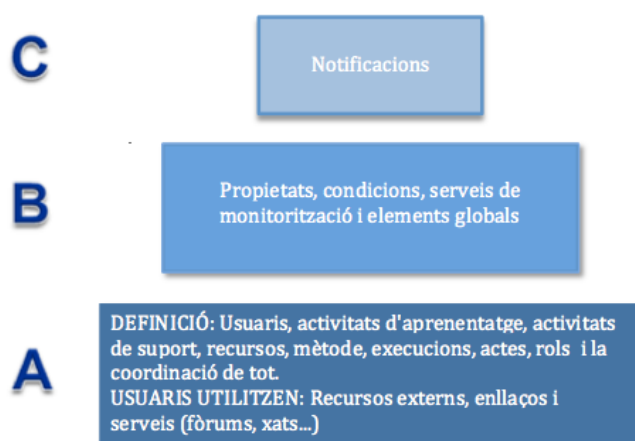


Figura 2.3. Nivells d'implementació de IMS LD [24]

Nivell A

Consisteix en el nivell més baix d'abstracció i és el de implementació, que té la funció de centrar-se en superar el model d'un únic alumne treballant en solitari i descriu tot el que es pot veure a la Figura 2.3.

A més defineix un procés col·laboratiu en que hi participen diversos actors, que són tant alumnes com instructors i cada un té un rol diferent, i es defineixen una sèrie d'activitats [25].

Hem dit que els rols dels alumnes i el dels instructors són diferents, però a dins ells també poden no ser els mateixos, és a dir, dos alumnes no tenen perquè tenir el mateix rol. Aquest nivell A suporta models educatius en que diferents tipus d'alumnes segueixen diferents camins per fer un determinat curs.

Nivell B:

Aquest nivell es defineix bàsicament per dues aportacions fonamentals, les propietats i les condicions. Apart d'aquestes també hi ha, com podem veure a la figura 2.3, els serveis de monitorització i elements globals, seqüències i interaccions més elaborades basades en

l'experiència de l'alumne [24]. Les propietats són parelles atribut-valor que tenen un estat inicial i a partir d'allà es van modificant al llarg de la execució de la Unitat d'Aprenentatge. Les condicions en canvi són consultes que es fan sobre el valor de les propietats en un moment determinat [25], és a dir, si quan s'ha acabat l'activitat la propietat no està en l'estat que marca la condició, l'alumne haurà de repetir aquesta activitat.

Aquest nivell dóna la possibilitat a que una activitat generi un canvi en alguna de les propietats. La resta d'activitats es poden veure afectades per el valor d'alguna de les propietats.

Nivell C:

Les propietats i les condicions del nivell B permeten que es puguin crear Unitats d'Aprenentatge que canvien de recorregut mentre s'està executant. Aquests canvis són síncrons, les activitats s'executen en un ordre determinat i cada activitat ha d'esperar a que acabi l'anterior.

Aquest nivell introdueix el que es coneix com notificacions, que és l'enviament de missatge entre activitats. Això implica que mentre una activitat s'executa en unes condicions, pot rebre un missatge d'una activitat o des del propi LMS que afecti l'execució. Les conseqüències són que es permeten fluxos d'aprenentatge que es modifiquen en temps real a través d'events. Per tant ara les activitats ja no seguiran un ordre preestablert, aquest ordre es veu alterat per l'acció de diferents rols [25].

2.3.2 Model conceptual de IMS LD

La Figura 2.4 mostra el model conceptual de IMS LD on es pot observar com es relacionen cadascun dels elements que formen part d'aquesta especificació. Els elements principals d'IMS LD són: rol, propietat del grup, propietat, estructura de la activitat, activitat i entorn [29].

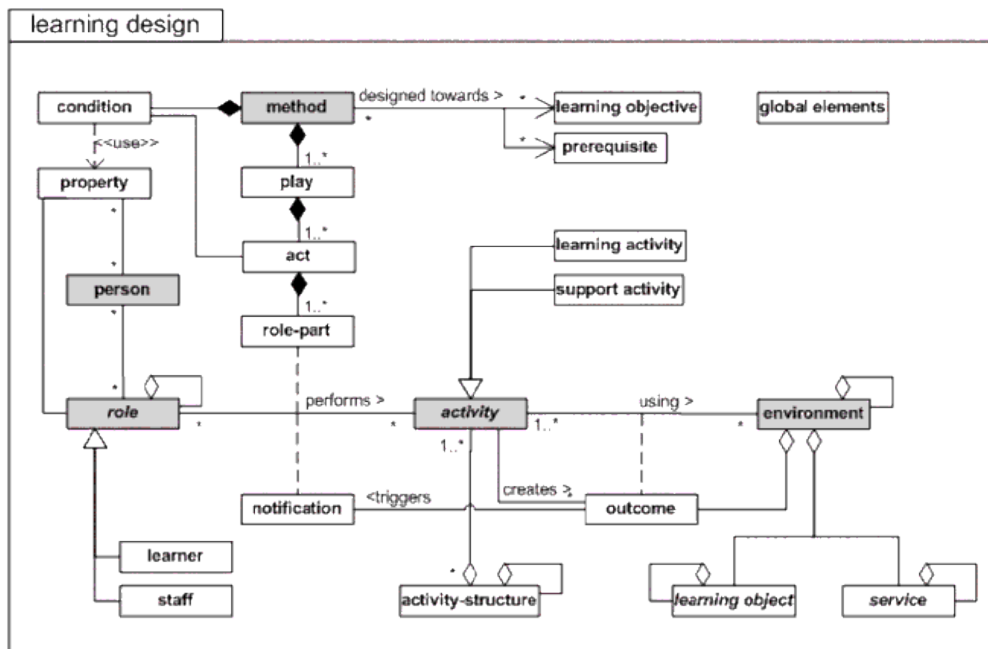


Figura 2.4. Model conceptual IMS LD [29]

A grans trets, el concepte principal de *IMS Learning Design* és que independentment del mètode pedagògic que s'utilitzi, una persona té un rol en el procés d'aprenentatge. Aquest rol sol ser el d'estudiant o el d'un ajudant. L'usuari amb el rol d'estudiant realitza unes activitats amb les quals rebrà un ensenyament estructurat i obtindrà uns resultats. L'ambient en què es desenvoluparan les activitats es compon d'uns objectes i serveis d'aprenentatge adequats que s'utilitzaran mentre aquestes durin. Cada rol definirà quines activitats i en quin moment del procés es portaran a terme i serà determinat per el mètode o per una notificació.

El mètode està dissenyat per a complir els objectius d'aprenentatge (la especificació dels resultats per als estudiants), i es pressuposen certs requisits (que s'especifiquen amb el nivell dels estudiants). El mètode consisteix en un o més jocs concurrents; un joc consisteix en un o més actes seqüencials i un acte està relacionat amb un o més rols, on cada rol està associat exactament a una activitat.

Les activitats poden ser agrupades en estructures d'activitats. Una estructura d'activitat agrega un conjunt d'activitats relacionades a una estructura simple, que pot estar associada a un rol. Una estructura pot modelar una seqüència o una selecció d'activitats. En una seqüència, un rol ha de completar les diferents activitats que formen l'estructura en l'ordre especificat. En una selecció, un rol pot seleccionar un nombre donat d'activitats d'unes que venen donades per l'estructura de l'activitat. Això pot ser utilitzat, per exemple, en un model on els estudiants han de completar dues activitats que ells poden seleccionar lliurement d'una col·lecció, per exemple, d'una estructura que conté cinc activitats.

3. Disseny del joc

En aquest capítol, tal i com diu el nom, s'explica com serà el disseny del joc. Primer de tot s'introduirà i s'explicarà què són els jocs tangibles i perquè és bo utilitzar-los. S'analitzen els avantatges i desavantatges d'aquesta tecnologia. Després es passarà a explicar quina temàtica tindrà el joc i com serà cada mini joc, definint un per un la idea principal, de quin tema tracten i una aproximació de com serà gràficament. Per acabar s'explicarà el disseny centrat en l'usuari per a fer que el joc sigui lo més usable possible ja que volem que sigui molt intuïtiu.

3.1 Jocs tangibles i realitat augmentada

En aquest projecte el que es vol és implementar un joc educatiu en una interfície tangible, és a dir manipularem dades virtuals amb peces físiques. Hi ha moltes tècniques per a crear ambients de realitat virtual però la que està sent molt investigada són les interfícies tangibles. L'objectiu de les recerques sobre aquesta tecnologia és convertir objectes físics en informació per l'ordinador, tant d'entrada com de sortida. Les interfícies tangibles tenen el gran avantatge de que els objectes físics que s'utilitzen tenen unes propietats i unes limitacions físiques que fan que sigui molt fàcil utilitzar-los.

En concret, el joc que volem implementar és totalment virtual i l'alumne es comunicarà amb el sistema a través d'unes peces físiques que tindran un codi que serà llegit per la màquina. Aquí és on entra el concepte de “joc tangible”. Es a dir, que aquests codis estiguin a unes peces físiques que seran manipulables per l'usuari implica que aquesta realitat virtual és manipulable, és a dir, és tangible.

Hi ha estudis que demostren que utilitzar interfícies tangibles en l'educació té grans beneficis, Triona, Klahr i Williams [18] diuen que la percepció i el coneixement estan molt connectats, per tant utilitzar materials físics per realitzar tasques d'aprenentatge serà molt més profitós que interactuar amb materials virtuals. L'aprenentatge a partir de la manipulació física que proporcionen els jocs tangibles és molt més efectiva que altres interfícies degut a que a l'estudiant li resulta molt més natural. Scarlatos, Dushkina i Landy [41] asseguren que les interfícies tangibles permeten als estudiants concentrar-se molt més en el problema en si, ja que no s'han de preocupar de com enviar missatges a la màquina perquè la manipulació d'objectes físics és totalment intuïtiu.

De totes maneres, no tots els jocs tangibles tenen els mateixos efectes, només en segons quins camps resulta profitós utilitzar aquesta tecnologia, mentre que en altres camps els resultats entre la interfície gràfica i la tangible són iguals. Alguns dels camps més adients per a fer jocs tangibles són la química, la programació i la narració (veure Figura 3.1) [18].

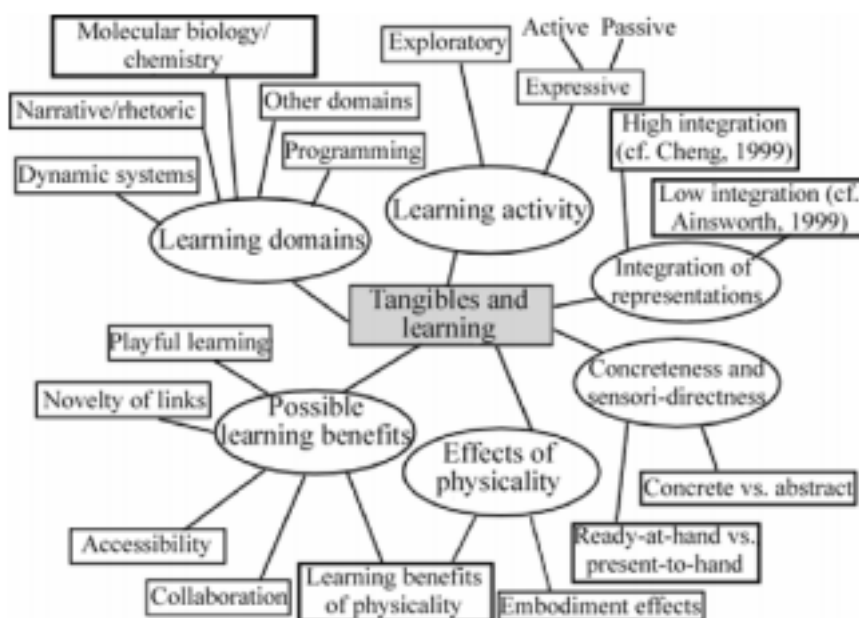


Figura 3.1. Framework d'entorns tangibles i aprenentatge [18]

Així també podem veure en aquesta figura quins són els beneficis potencials que podrem aconseguir aplicant la tecnologia tangible al nostre projecte. Molts cops s'ha qüestionat si la manipulació espacial d'objectes físics millora el coneixement respecte la manipulació gràfica. S'introdueixen els termes “exploratiu” i “expressiu” que descriuen els tipus d'activitats d'aprenentatge que es duen a terme amb les interfícies tangibles i es diu que l'aprenentatge realment productiu és aquell que permet a l'usuari estar entre aquestes dues activitats. El que és molt important en el disseny d'aquestes interfícies és que els conceptes, tant abstractes com concrets, quedin ben representats al joc [18]. La Figura 3.1 és, doncs, una petita guia que ens ajuda a saber els efectes socials o de coneixement que aconseguirem utilitzant la tecnologia tangible, en quins camps és més eficient o quines característiques són les adients [18].

3.2 Temàtica del joc

La idea del joc que es vol implementar és que aquest sigui un joc educatiu basat en puzzles i orientat en el camp de les enginyeries TIC. Per tant, ha d'ensenyar conceptes relacionats en el món de la informàtica. Per tant, el joc constarà de 3 mini-jocs, un d'ells serà sobre els números binaris, l'altre serà sobre programació i l'últim sobre xarxes.

Perquè el joc sigui lo més dinàmic possible i l'estudiant estigui motivat s'inventarà una història amb un principi, uns objectius i un final, de manera que l'estudiant per a poder arribar al final haurà d'anar superant uns obstacles. En concret, el joc constarà d'una història sobre un guerrer que ha de recuperar la seva princesa, tot i que per aconseguir-ho haurà de superar una sèrie d'obstacles. Aquests obstacles seran mini-jocs que per poder-los superar l'usuari haurà d'utilitzar els seus coneixements en una àrea específica de les TIC. A més, hi haurà un sistema de pistes que l'ajudaran en cas que l'estudiant ho trobi necessari.

3.2.1. Mini-joc sobre programació

Aquest mini-joc vol ensenyar a l'alumne les bases de la programació, és a dir, és una iniciació al pensament de programació. Està inspirat en jocs com el Logo [15] o Scratch [13], que consisteixen en llenguatges de programació a molt alt nivell i de molt ràpid aprenentatge que poden ser utilitzats per ensenyar els principis de la programació a nens petits. L'objectiu és que agafin una idea de com se li ha de parlar a una màquina en termes de programació, és a dir, a pensar com una màquina. Per això en aquest mini-joc s'haurà de programar a un guerrer per a

què recorri un camí: hi haurà una sèrie d'ordres que simularan funcions i uns números que s'han de donar a aquestes ordres, que representen els paràmetres.

Pel que fa a aquest mini-joc, tindrem un terreny separat en quadrícules que serà la interfície principal de tot el joc. A una cantonada tindrem al guerrer amb un camí que ha de seguir per arribar a la princesa, que es trobarà a la cantonada oposada. Només hi haurà un camí possible per arribar-hi i el nen haurà de programar al guerrer per arribar al lloc de destí. L'estudiant tindrà les accions *Endavant()*, *Dreta()*, *Esquerra()* i *Abaix()*, on cadascuna d'aquestes accions serà una peça física. També tindrà peces amb els números 1, 2 i 3. Per exemple, per moure's dues caselles endavant i 1 a la dreta haurà de fer la següent combinació:

Endavant(2)

Dreta

Endavant (1)

Si l'estudiant s'equivoca, el guerrer caurà per un penya-segat i tindrà una vida menys. D'aquesta manera aconseguim motivar al nen perquè estigui concentrat en pensar la solució correcte. A la Figura 3.2. tenim representat l'exemple que acabem de comentar. La idea és que aquestes accions fan de funció i els números de paràmetres, això se'ls hi explica a la teoria que han de llegir abans de començar a jugar.

Per tant, l'objectiu d'aquest mini-joc, es aprendre que una funció representa un comportament específic i que tots els valors que se li han de passar són els paràmetres.

En aquest joc a l'estudiant se li presentarà el següent repte: "El guerrer està una mica perdut, has de conduir-lo fins l'objectiu que està marcat amb una creu al mapa! Endavant!"

Puntuació : 230

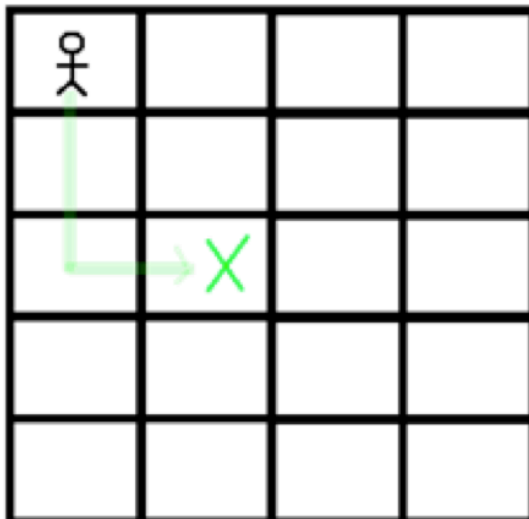


Figura 3.2. Disseny mini-joc sobre programació

3.2.2. Mini-joc sobre números binaris

En aquest mini-joc volem que l'estudiant aprengui la conversió de números decimals a binaris. La major dificultat està en que ho haurà de fer de cap, per tant agafarà agilitat i li resultarà molt útil. Els números binaris són la base de les TIC i és imprescindible que els domini perfectament.

En aquest mini-joc, el guerrer caurà a un laberint de portes (veure Figura 3.3). Es trobarà amb 2 portes on cadascuna tindrà un número en binari diferent, i al jugador se li informarà per a quina porta ha de creuar però amb número decimal de manera que l'estudiant haurà de fer la conversió correctament i escollir la porta correcta.

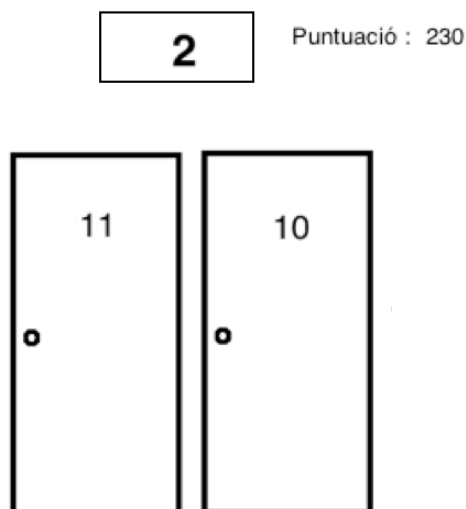


Figura 3.3. Disseny mini-joc sobre números binaris

En cas que l'estudiant falli se li restaran 20 punts. Un cop hagi travessat la porta correcta, es tornarà a trobar amb una nova sèrie de portes i haurà de fer el mateix, la diferència està en que cada cop serà més complicat el número en binari a resoldre. L'estudiant haurà de passar tres conjunts de portes on la dificultat serà transformar de binari a decimal.

Per escollir per quina porta passar, l'estudiant haurà de posar sobre la taula interactiva el conjunt de peces físiques que fan el número binari, és a dir, si la resposta és 100 haurà de posar sobre la taula la peça 1, la 0 i finalment la 0.

En aquest mini-joc se li demanarà: "Et trobes a un laberint de portes, cada cop et trobaràs amb 3 portes que tenen un cartell amb un número binari. Darrere cada porta trobaràs un tigre afamat que et matarà, excepte per una! Per sort, comptes amb el número de la porta correcta! El problema és que aquest número està en decimal...Ànims!"

Per últim, en aquest mini-joc l'estudiant comptarà amb la possibilitat de demanar una pista posant una peça física que representarà l'ajuda. La pista serà que tots els nombres parells, al transformar-los a binari aquests acaben sempre amb 0.

3.2.3. Mini-joc sobre xarxes

Un dels pilars bàsics de les TIC actualment és el tema de xarxes, en aquest mini-joc volem que l'estudiant aprengui quins són els components bàsics que permeten la connexió d'un ordinador a la xarxa a través d'un navegador. Tindrem quatre components que seran l'ordinador connectat a la xarxa, la direcció IP, el port de xarxa i el navegador. Al principi se li farà una explicació a l'usuari de què és cada component i se li demanarà que els ordeni de manera que l'ordinador aconsegueixi connectar-se a internet amb el navegador.

L'estudiant, per tant, haurà de posar les peces per ordre a sobre de la interfície, si s'equivoca haurà de començar de nou. També té l'opció de demanar una pista on se li mostraran els forats on haurà de posar els components amb una explicació de quin component va a cada lloc.

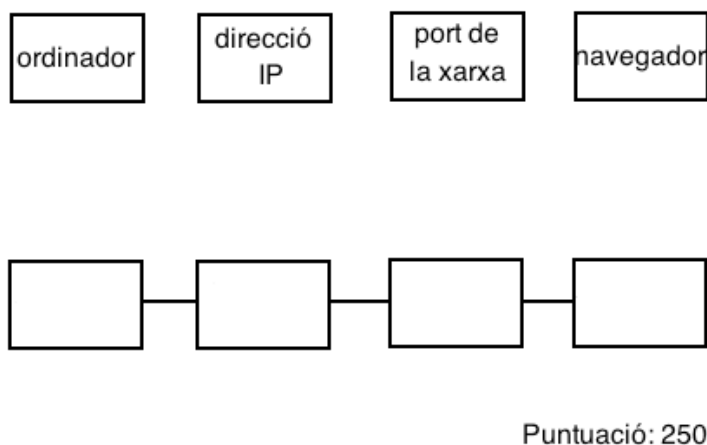


Figura 3.4. Disseny mini-joc sobre xarxes

3.3 Disseny Centrat en l'Usuari

El disseny centrat en l'usuari (DCU) és el marc de treball que utilitzarem, ja que proporciona una visió clara i entenedora tant per al desenvolupador com per als usuaris. Es centra en els usuaris, ja que són els destinataris del nostre sistema. Per tant es fa molt d'èmfasi en ells, es basa en la seva opinió i se'ls implica en el projecte fins al punt que aquests formen part de l'equip de treball. Es fan estudis dels usuaris, participen en el disseny i van testejant l'aplicació contínuament. S'utilitza el mètode evolutiu de prova error: els usuaris proven l'aplicació i se'ls hi van fer preguntes de manera que vagin navegant per els diferents menús del sistema i així el grup de desenvolupadors poden veure si el seu disseny és usable o no. L'objectiu d'aquest model és aconseguir que el producte final sigui molt més satisfactori per a l'usuari, aconseguir la màxima usabilitat és molt important [21].

3.3.1. Rols d'usuari

Es defineix el rol d'usuari com una col·lecció abstracta de necessitats, interessos, expectacions, comportaments i responsabilitats que caracteritzen una relació entre una classe o tipus d'usuari i el sistema [21]. Un rol no és cap persona en concret, moltes persones poden estar interpretant un mateix rol. Un cop tinguem clars els rols s'ha de fer el mapa de rols, és a dir, les relacions que existeixen entre ells. Hi ha tres tipus de relacions entre rols:

- L'afinitat: Existeix aquesta relació quan dos rols són similars en l'estil d'interacció, expectatives i característiques comuns. Quan es dibuixa al mapa es representa amb una línia de punts amb la paraula "resembles".
- Classificació: Aquesta relació sorgeix quan un rol és una versió més especialitzada d'un altre rol. Es representa amb una doble línia que va del rol especialitzat al més general i amb la paraula "specializes".
- Composició: Es pot donar el cas que dos rols diferents tinguin característiques en comú, llavors és quan es dona aquesta relació. Es representa amb una línia simple cap als rols "simples" i amb la paraula "includes".

Cada rol ha d'anar acompanyat d'un nom que ha de representar les principals característiques d'aquest i que permeti diferenciar-lo clarament dels altres.

En el nostre sistema, només tindrem un únic rol:

- Rol del jugador: Aquest és el rol que té l'alumne quan es posa a jugar amb el nostre joc. L'alumne ha de proposar una solució que cregui que és encertada i anar complint els objectius marcats. Aquest rol es pot veure a la figura 3.5.

3.4.1 Casos d'ús:

Un cop tenim definit tots els rols el que hem de fer és veure com aquests utilitzaran el sistema, hem de saber què és el que els usuaris intentaran fer amb el sistema i què necessiten per fer-ho [21]. Hem de modelar quines tasques es podran fer en el nostre sistema. Per a modelar-ho utilitzarem els casos d'ús. El cas d'ús no és més que una descripció narrativa entre un usuari amb un rol definit i un sistema [21]. La Figura 3.5. representa els casos d'us del nostre sistema:

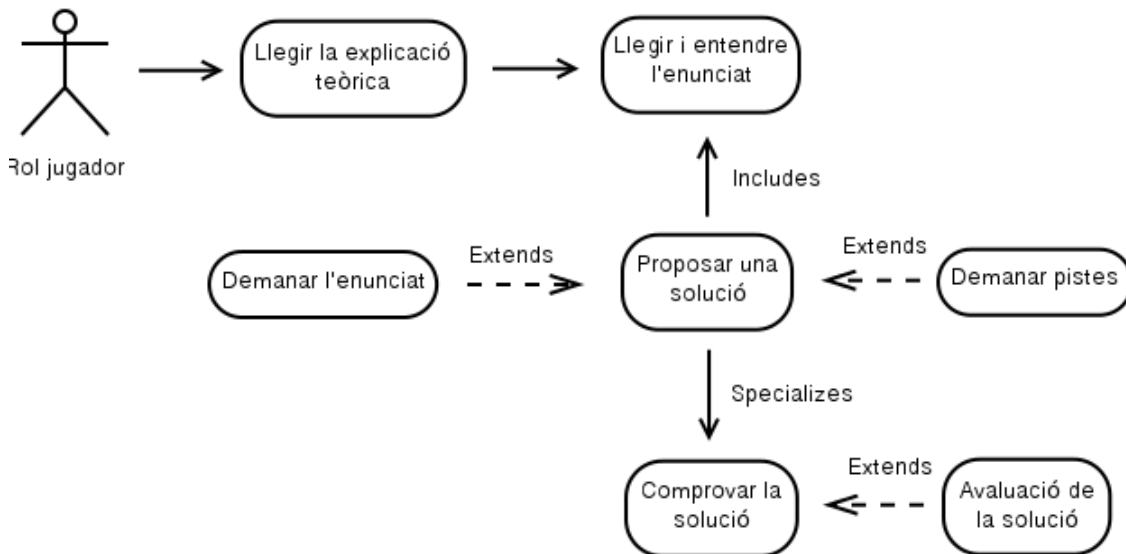


Figura 3.5. Casos d'us del joc basat en puzles

A més, els casos d'ús del rol de jugador es poden veure en les següents taules.

User action	System response
Proposar una solució	
	Mirar que les peces estiguin col·locades correctament
	Mostrar missatge del resultat de la solució

Taula 3.1. Cas d'ús: Proposar una solució

User action	System response
Demander una pista	
	Ajudar a l'usuari amb material complementari

Taula 3.2. Cas d'ús: Demander una pista

User action	System response
Llegir l'enunciat	
	Mostrar l'enunciat del mini joc actual

Taula 3.3. Cas d'ús: Llegir l'enunciat

3.4.2 Mapa de tasques

Una tasca pot ser representada de diverses maneres, una de les més comuns i més fàcils d'entendre a simple vista és el diagrama de flux [30] que representa les tasques en termes de seqüència lògica de esdeveniments o processos [21]. Una de les avantatges que aporta és que fins hi tot en tasques llargues i complexes podem arribar-les a dividir en una sèrie de passos seqüencials. El

mapa de tasques del nostre sistema el podem veure representat en la figura 3.6 on es poden veure les tasques que es duen a terme en el joc.

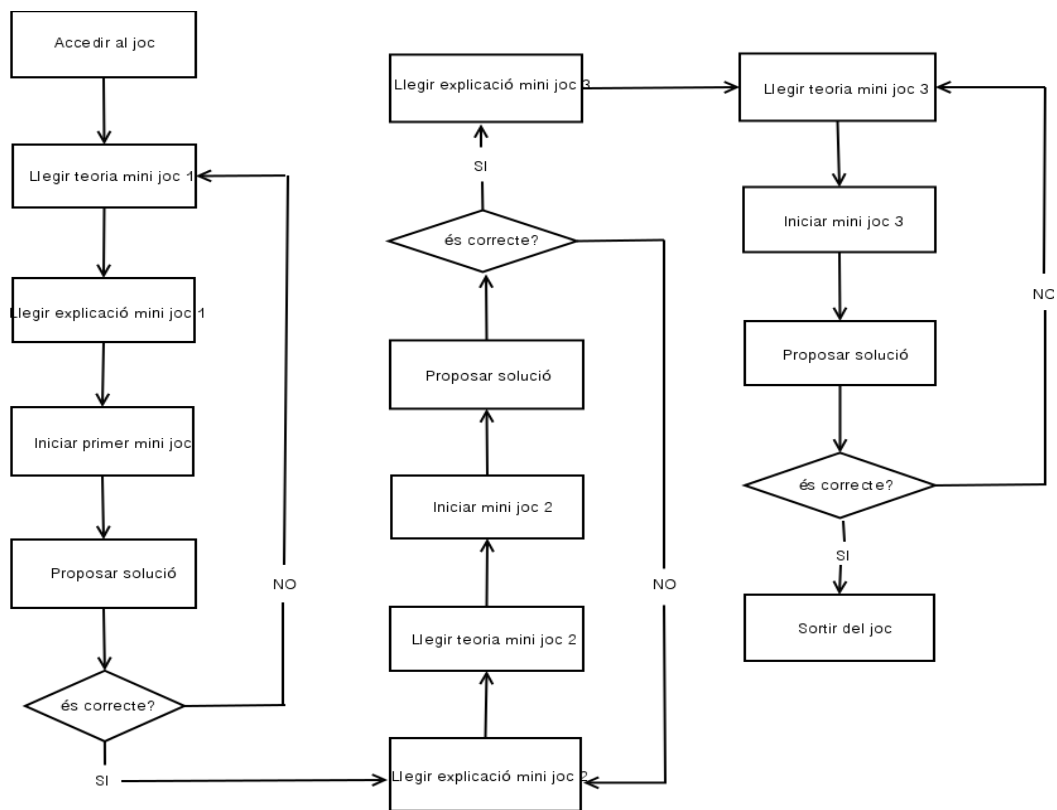


Figura 3.6. Model de tasques

Com es mostra a la Figura 3.9, el primer que veurà l'usuari quan inici el joc és una pantalla de la teoria que haurà d'aprendre per a poder superar el primer mini joc, un cop ho hagi llegit i hagi passat de pantalla se li apareixerà una pantalla amb una explicació sobre el funcionament del primer mini joc, amb conceptes com quin és l'objectiu i com l'ha de complir. Quan estigui preparat començarà a jugar al mini joc i proposarà una solució, si és correcte avançarà fins la següent pantalla. A partir d'aquí, tot segueix el mateix flux, primer se li apareix una pantalla amb l'explicació del mini joc que haurà de jugar, després una explicació teòrica relacionada amb el temari que tracta el mini joc i finalment el joc. Proposarà una solució i si és correcte avançarà fins al següent i sinó haurà de tornar a llegir les teories i tornar a proposar una solució.

3.4.3 Model de continguts

El model de continguts és una representació abstracta dels continguts de diversos espais d'interacció d'un sistema i les relacions entre ells [21]. Hem de definir quines eines i materials necessitem per fer els casos d'us de cada espai d'interacció, és imprescindible per a fer un bon disseny d'interfície d'usuari. S'ha d'aconseguir modelar com els usuaris de cada rol poden navegar d'un context d'interacció a un altre quan han de portar a terme determinats casos d'ús.

El model de continguts deriva directament dels casos d'ús i per a construir-lo s'han de seguir uns passos:

- Examinar les narratives dels casos d'ús essencials per definir quines eines i materials haurà d'oferir l'espai d'interacció.
- Fer un inventari de les dades i contenidors de dades que seran necessaris.
- Es repassen els casos d'ús per extreure les funcions que requereixen.

El mapa de continguts és la manera en com es representa de manera abstracta els continguts que es presenten en els espais d'interacció d'un sistema i la relació entre ells. Els espais d'interacció són totes aquelles eines amb les que l'usuari pot comunicar-se amb el sistema i els continguts que hi ha en aquests espais és el que hem de modelar [21].

Així tindrem diferents tipus de mapa de continguts, cada un representarà una part del joc. Per un lloc tindrem el mapa de continguts de la part teòrica i per una altra part tindrem el mapa de continguts dels mini jocs. Podem fer aquesta divisió perquè les parts teòriques són totes iguals i els diferents jocs també segueixen una mateixa estructura. També tindrem una altra pantalla que no es pot agrupar a cap de les que hem vist i és la pantalla inicial. El conjunt de pantalles ens queda de la manera en que podem veure a la figura 3.12.

Mapa de continguts de la part teòrica

Aquest mapa és el mateix per a totes les parts teòriques que hi ha al joc. En cada una tenim una pantalla amb un text que explica uns conceptes relacionats amb les TIC. El jugador només podrà avançar a la següent pantalla, que és la del mini-joc que correspon amb la teoria llegida. Per avançar el jugador ha de posar qualsevol peça física a sobre de la taula interactiva. Així a la pantalla només tenim la informació teòrica (Figura 3.7).

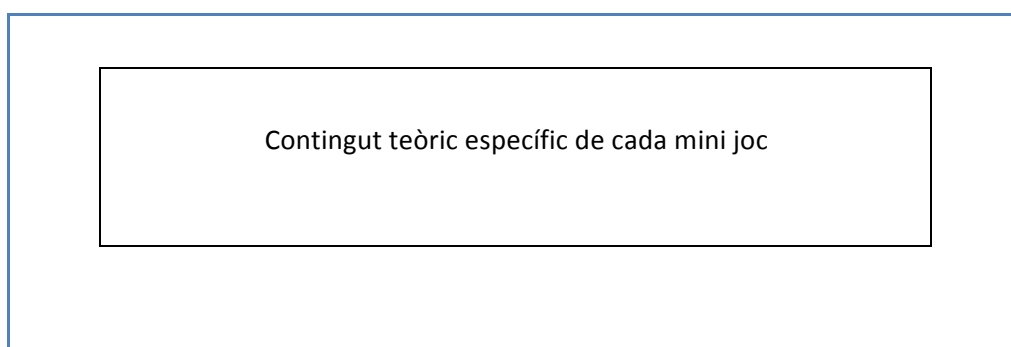


Figura 3.7. Model de continguts de la part teòrica

Mapa de continguts dels mini-jocs

A primera vista pot semblar que els mapes de continguts de cada mini-joc són diferents als altres però realment tots són molt similars. Tots tenen una imatge que ocupa tota la pantalla que és el joc i també apareix la puntuació a dalt (excepte a l'últim mini joc, que apareix a baix). Com sempre, els usuaris tenen a la seva disposició les peces físiques que han de col·locar a sobre de la taula interactiva per a poder resoldre el joc. Un cop l'hagin resolt correctament aniran a una pantalla teòrica que els hi explicarà els conceptes relacionats amb el nou mini joc (Figura 3.8).

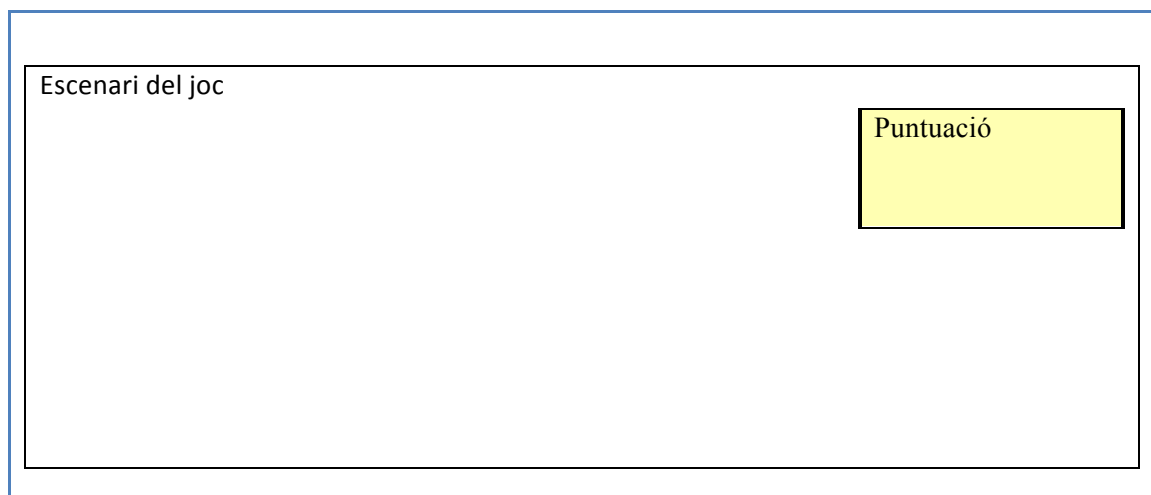


Figura 3.8. Model de continguts de la part dels mini-jocs

Totes aquestes pantalles es relacionen entre elles amb la figura 3.9. La pantalla principal del joc serà el terreny per el que es mourà el guerrer, serà un camí per un precipici on entremig hi haurà obstacles. La primera pantalla que veurà l'usuari serà una breu explicació de la història del joc i una guia molt ràpida de com es juga. Després passarà a una explicació teòrica dels conceptes de programació necessaris per a moure el guerrer i seguidament s'arribarà a la pantalla principal. L'estudiant haurà de moure el guerrer fins al primer obstacle, si s'equivoca caurà per el precipici (només hi haurà un únic camí possible). A mesura que el nen va intentant avançar se li aniran donant pistes perquè vagi millorant.

Un cop hagi arribat al primer obstacle es posarà una pantalla amb una explicació teòrica sobre els números binaris, com es calculen i com es pot operar amb ells. Un cop el estudiant s'ha llegit i ha assimilat els conceptes passem al joc que hem explicat abans.



Figura 3.9. Relació pantalles del joc

4. Implementació del joc

En aquest capítol es descriurà les tecnologies que han estat necessàries per a portar a terme la implementació del joc i que aquest pugui ser avaluat per a veure si es compleixen els objectius plantejats.

4.1 Tecnologia utilitzada per a la implementació

Aquest projecte ha estat implementat amb el llenguatge de programació C++ i utilitzant un *framework* anomenat TUIO [40] destinat a tots aquells projectes que utilitzen les interfícies tangibles. Aquest *framework* defineix un protocol que permet transmetre una descripció de la interacció que es produeix a la interfície, per exemple els estats dels objectes físics. Aquest protocol agafa les dades de la web cam i ho envia a l'aplicació, que ho manega i mostra el resultat de la interacció a través de la pantalla (veure figura 4.1) [26].

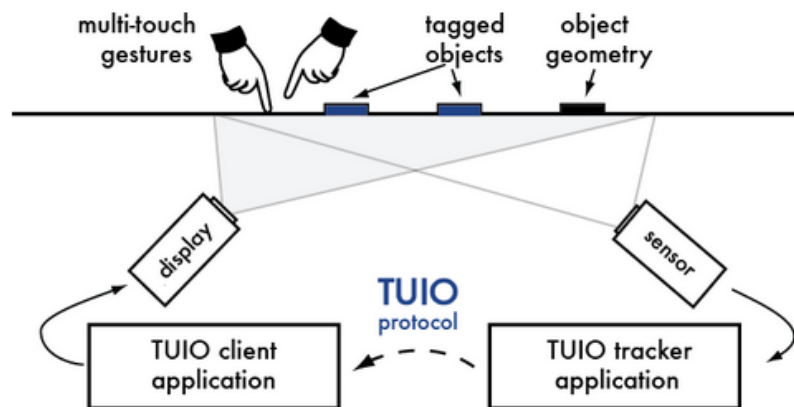


Figura 4.1. Diagrama TUIO [26]

Si observem la Figura 4.1 veiem que el TUIO client és un projector, en el nostre cas és una pantalla que va mostrant la interacció. Aquesta figura també inclou la interacció amb dits, tot i que no s'utilitza en aquest projecte, ja que només ens centrem en els objectes.

C++ és un dels llenguatges de programació més utilitzats en l'actualitat, és l'evolució del llenguatge C i suposa uns grans avantatges [35] que són:

- C++ permet crear sistemes molt més complexos que els que es poden crear amb C.
- Permet reutilitzar codi de manera molt més fàcil.
- Facilitar la creació de programes visuals.
- Facilitar el manteniment del software i el treball en equip.
- Construcció de prototips
- Agilitza el desenvolupament del software.

Aquest projecte és el resultat de la implementació d'aquestes dues tecnologies, s'ha programat sobre la IDE (entorn de desenvolupament) d'Apple, que té el nom de Xcode [36]. Xcode inclou la col·lecció de compiladors GNU (gcc) que permeten, entre d'altres, de la compilació de codi en llenguatge C++.

Finalment per a sincronitzar la web cam amb el projecte s'ha utilitzat el simulador de ReactIVision [37], que també utilitza el protocol TUIO i per tant es comuniquen sense cap problema. ReactIVision proporciona una sèrie de fiducials estàndards que són els que hem

utilitzat en aquest projecte. Els fiducials són els codis que llegeix la web cam i que es troben a sota de les peces físiques. Així és com el projecte és capaç de saber quin o quins objectes hi ha a la superfície amb la que interactuem.

Amb totes aquestes eines hem fet possible la implementació d'aquest conjunt de mini jocs educatius que formen el nostre joc basat en puzles.

Per altre banda, s'ha hagut de dissenyar i construir la superfície on es posen les peces físiques. Aquesta és una part important del projecte ja que és el punt de connexió entre l'estudiant i el sistema. Per a fer-ho, s'han comprat unes plaques d'un plàstic anomenat *Liscio* i s'han tallat i enganxat de manera que formen una espècia de capsa. A dins d'aquesta capsa es troba la web cam que captarà els objectes que es posin a sobre, de manera que aquesta part ha de ser transparent. El problema principal és que al estar mirant per amunt la imatge arriba amb molt de soroll per culpa de la llum. Per aquest motiu s'ha hagut de posar un filtre que difumini una mica la llum, tot i així, tot i que en menor mesura, ha seguit existint el problema.

Finalment s'han dissenyat i construït les peces físiques que es posaran a sobre de la superfície que s'acaba de mencionar. El disseny s'ha fet tenint en compte una única premissa, que sigui còmode per l'usuari. Aquesta premissa és clau per al correcte desenvolupament del joc, l'usuari no s'ha de preocupar en cap moment de les peces, ha d'estar centrat únicament en el joc i en aprendre els conceptes que se li ensenyen per tant utilitzar les peces no li ha de suposar cap esforç, per mínim que sigui, ni cap problema. Així el resultat final (figura 4.2) ha estat una placa de plàstic que a baix té enganxat un fiducial, a dalt té enganxat una imatge o una paraula que explica el que fa aquella peça en concret i finalment té un component de plàstic per a què sigui fàcil d'agafar.



Figura 4.2. Superfície interactiva i peces físiques del joc

4.2 Diagrames de classes

En programació una classe és un model o una plantilla que permet crear objectes del tipus de la classe. Es descriu l'estat i el comportament que tindran tots els objectes de la classe. Un objecte d'una determinada classe és una instància de la classe [27].

En aquest projecte hem creat varies classes, ja que es consideren un bon mètode de programació i ajuda molt tant a entendre el codi, com a programar-lo. Per a tenir una visió abstracte i senzilla s'ha dissenyat un diagrama de classes (veure Figura 4.3).

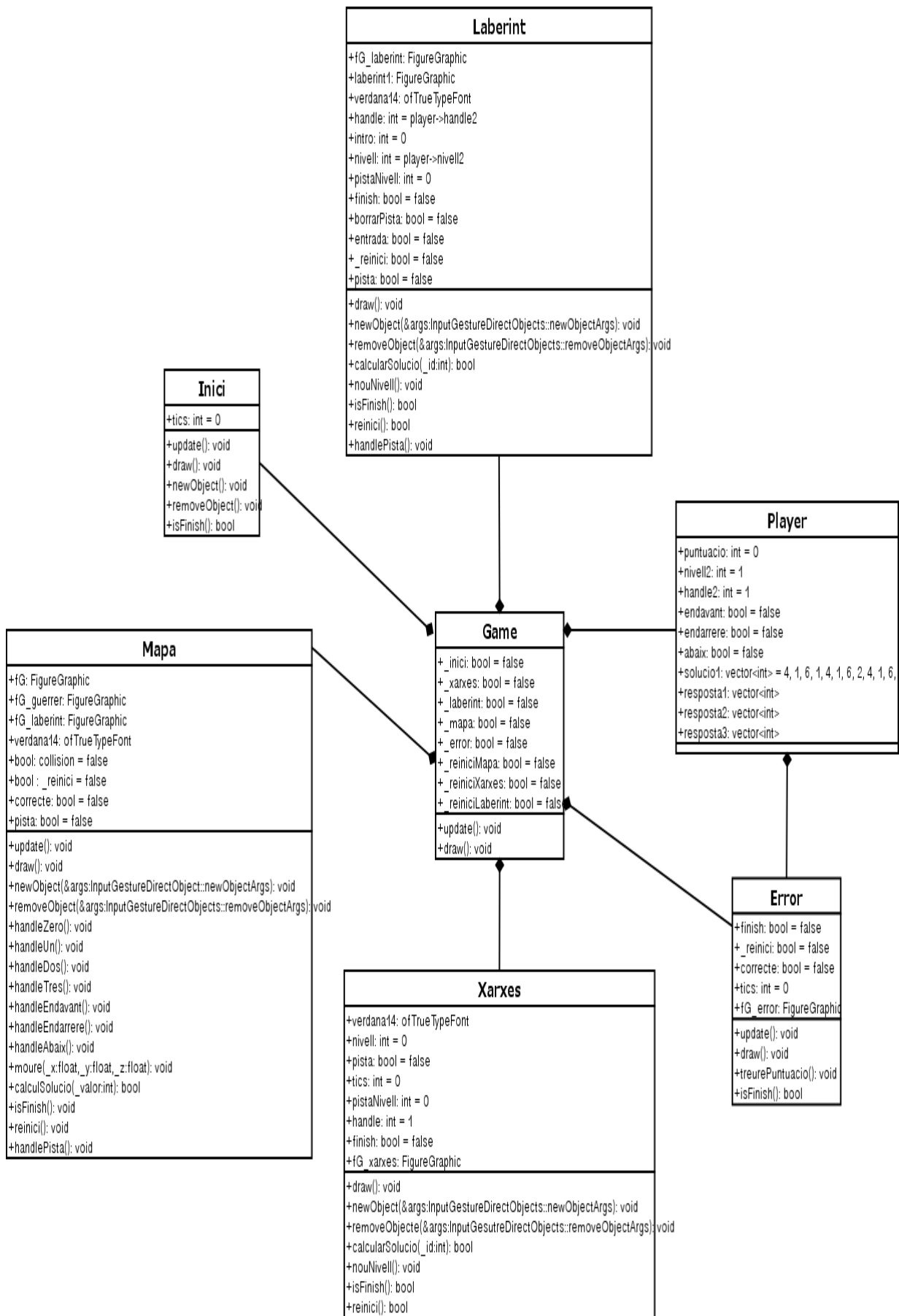


Figura 4.3. Diagrama de classes

En el diagrama de classes les classes són representades per requadres dividits en 3 parts, a la part de dalt es posa el nom de la classe, a la del mig els atributs principals de la classe i a la part inferior els mètodes [31]. En el diagrama de classes també es modela les relacions que hi ha entre les diferents classes.

En el nostre diagrama tindrem principalment la relació d'agregació forta o composició que el que significa és que el temps de vida d'un objecte està condicionat per el de l'objecte que l'inclou [31].

La classe Game és la classe principal del sistema, és la que es crea primer i la última que mor. Aquesta és l'encarregada de gestionar tot el joc, s'encarrega de crear i eliminar les altres classes i de controlar els estats del joc. Aquesta classe només té dos mètodes, el *draw()* i el *update()*, aquesta última està constantment executant-se. A més, la classe està composta per variables booleans on inicialment estan totes a *false* i mai podran estar totes a *true* alhora ja que significaria que hem creat totes les classes però cap d'elles ha acabat. Les variables que comencen per *_reinici* ens indiquen si hem de reiniciar o no la classe del nom que acompanyen, és a dir, si la variable *_reiniciMapa* està a *true* llavors significa que hem de reiniciar la classe Mapa.

Les classes Laberint, Mapa i Xarxes són molt similars, cada una correspon a un mini joc i tenen alguns mètodes en comú que són el *draw()*, el *newObject()*, *removeObject()*, *calculaSolucio()*, *isFinish()* i *reinici()*:

- El mètode *draw()* és per pintar totes les figures que es necessiten a cada joc.
- el *newObject()* detecta quan un objecte és col·locat a sobre de la taula interactiva i ens diu quin identificador té.
- *removeObject()* ens avisa quan aquest objecte ha sortit de la taula.
- El mètode *calculaSolucio()* ens retorna una variable booleana que és *true* si la solució proposada és correcte o *false* si no ho és.
- el mètode *isFinish()* també retorna un booleà i retorna *true* quan la classe ja ha fet la seva funció i ha de ser eliminada.
- El mètode *reinici()* retorna *true* en cas que la solució proposada sigui errònia i s'hagi de reiniciar el mini joc.

La classe Player gestiona la informació sobre el jugador, conté la puntuació, la solució proposada i la solució correcte.

La classe Error és creada cada cop que l'usuari falla i mostra un missatge d'error durant uns segons a més de treure puntuació al jugador.

4.3 Diagrama de seqüència

El diagrama de seqüència ens serveix per modelar la interacció que existeix entre diferents objectes. El seu temps d'execució, o línies de vida, es representa amb línies al llarg de la pàgina i els missatges es representen amb fletxes que van d'una línia de vida a una altre. Aquest tipus de diagrama ens permet mostrar quins objectes es comuniquen amb quins i quins missatges es passen entre ells [38].

En la figura 4.4 tenim el diagrama de seqüència del nostre joc, primer de tot tenim els objectes que es van creant fins que es crea el Game que, un cop creat, comença a crear el primer mini joc. La classe Game té una línia de vida tan gran com el conjunt de tots els mini jocs, ja que comença amb el primer i acaba quan ja no hi queden més mini jocs per crear. Un cop es crea un mini joc, aquest mostra imatges teòriques i quan l'usuari ha assimilat aquesta teoria mostra l'explicació del joc que farà. Això es repeteix per a cada un dels tres mini jocs.

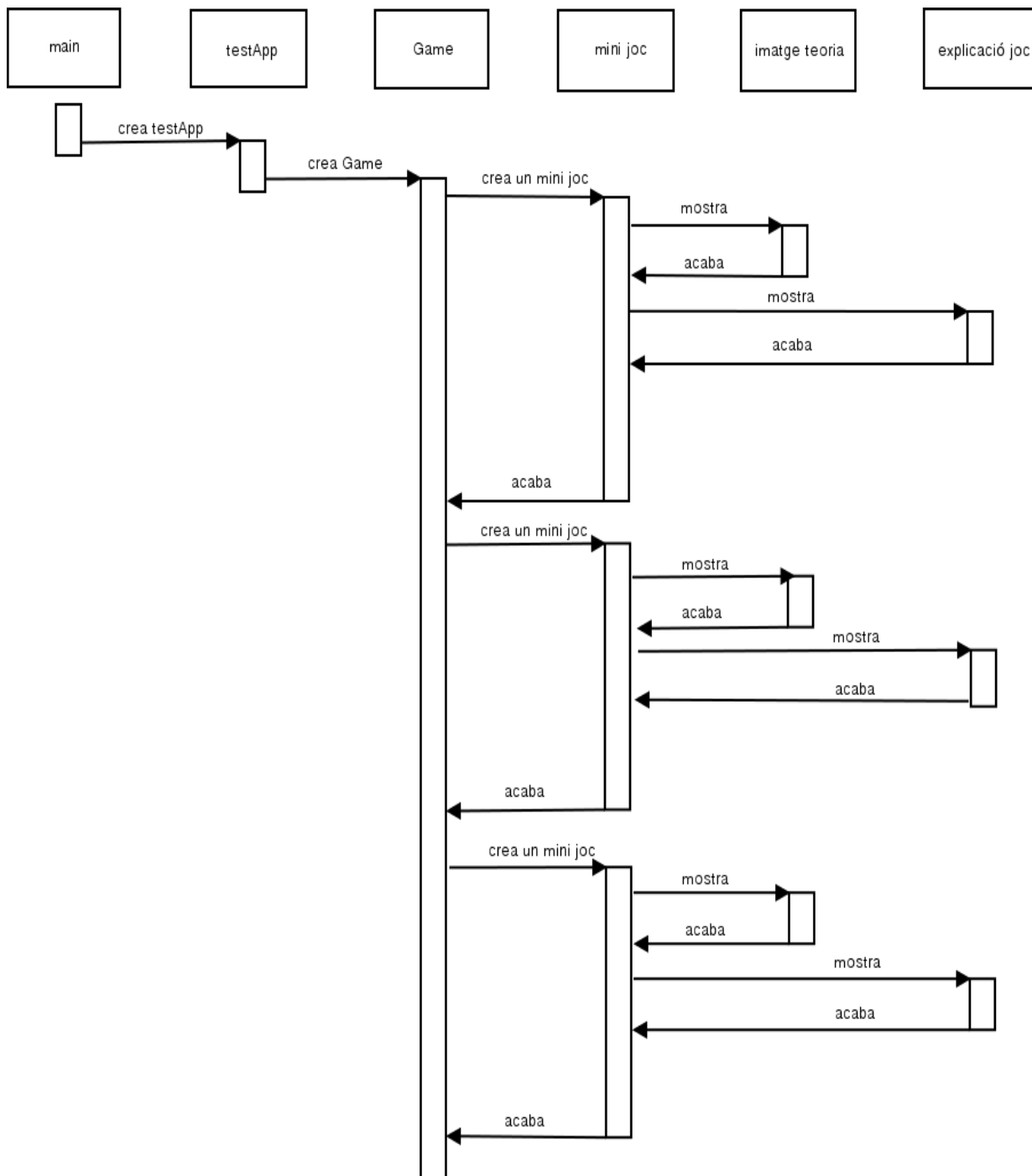


Figura 4.4. Diagrama de seqüència

4.4 Resultat final

En aquest apartat repassarem com ha quedat el joc finalment a través de captures de pantalla del joc juntament amb una breu explicació del disseny. En cap de les captures hi ve representada la puntuació ni les pistes.

El primer que es veu és una pantalla (Figura 4.5) que ens introdueix dins el joc, surt un guerrer que explica que han segrestat a la seva princesa i que necessita la nostra ajuda per a poder recuperar-la.

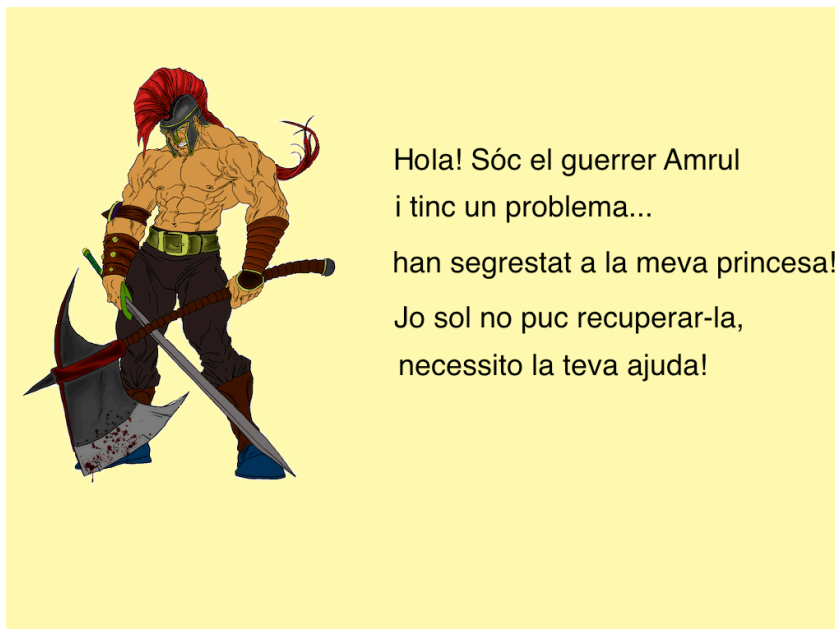


Figura 4.5. Pantalla inicial del joc

A continuació apareix una explicació teòrica (veure figura 4.6) sobre els principis de programació, explica conceptes bàsics com què és programar, què és una funció i què és un paràmetre. Un cop s'hagi entès es passarà a la pantalla (figura 4.7) en què s'explica què s'ha de fer al primer mini joc.

Principis de programació

Què és la programació?

La programació és el procés d'escriure un codi de manera estructurada. Aquest codi defineix què farà el programa. Està format principalment per funcions i variables:

Què és una funció?

És una part de codi que defineix un comportament. Per exemple, durant el joc, "Endavant" serà una funció perquè defineix que el que farà el guerrer és avançar caselles; "A baix" és una altre funció perquè defineix un altre comportament.

Què són els paràmetres?

Les funcions reben elements que tenen valors i s'anomenen paràmetres. Per exemple, en el joc, a "Endavant" li hem de passar quantes caselles s'ha de moure el guerrer cap endavant. Aquest nombre, és el paràmetre.

Figura 4.6. Teoria primer mini-joc

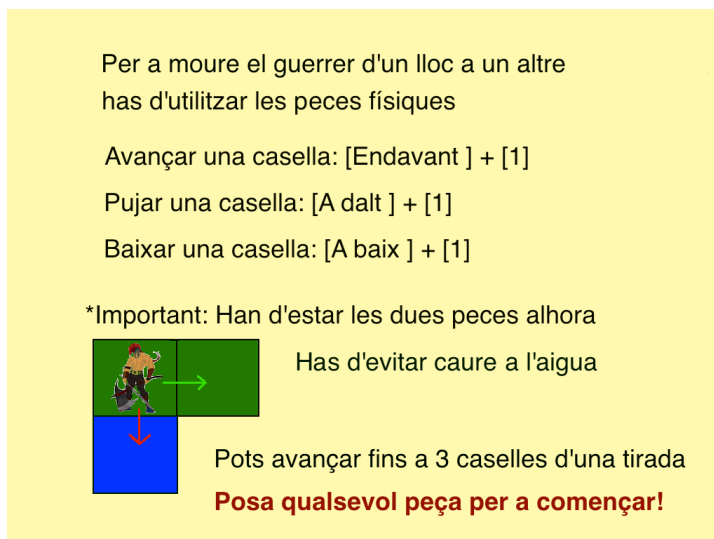


Figura 4.7. Explicació primer mini-joc

Un cop s'ha llegit la teoria i l'explicació ja es pot començar a jugar, per a passar de pantalla s'ha de posar una peça física a sobre de la taula interactiva. Així un cop estem a l'explicació i vulguem començar el joc només hem de posar una peça física i ens apareixerà la figura 4.8. En aquesta pantalla apareix un mapa amb caselles de dos colors, o verd o blau. El guerrer haurà d'anar per la part verda i ha d'evitar caure a la part blava. Al requadre blanc i vermell hi apareixerà la puntuació.

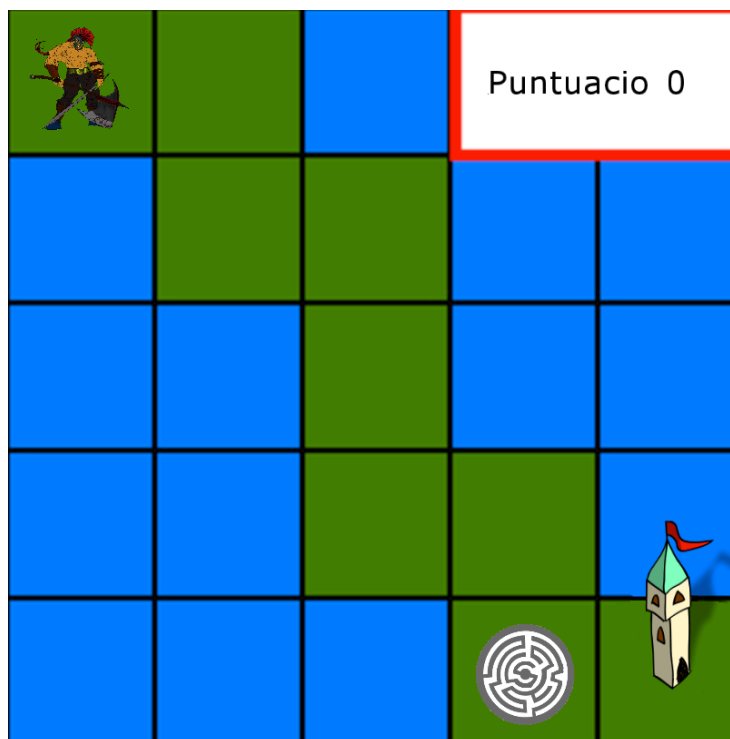


Figura 4.8. Pantalla principal primer mini-joc

Un cop passat el primer mini-joc ens sortirà una pantalla amb l'explicació del següent joc, un cop llegit sortirà una altre pantalla amb l'explicació de com calcular un número binari a partir d'un número decimal (figura 4.9).

Un cop superat aquest mini joc apareixerà la pantalla amb l'explicació del tercer i últim mini joc, un cop llegit i entès passarà a mostrar la teoria d'aquest mini joc (figura 4.11) i finalment acabarem amb la pantalla del joc (figura 4.12). En aquest mini joc s'han d'ordenar els elements que estan a la part superior de la pantalla. La puntuació segueix estant al rectangle vermell i blanc.



Hauràs de connectar les diferents parts que et permetran tenir connexió a internet
Aquí tens una explicació de cada part:

Ordinador connectat a un router: Eina indispensable per a poder connectar-nos a la xarxa. És on comença tot, a partir de l'ordinador demanarem i rebrem informació.

Direcció IP: Número que identifica a un dispositiu a dins d'una xarxa que utilitza el protocol IP. Pot ser dinàmica (va canviant) o estàtica (no canvia).

Port de la xarxa: Interfície que permet a un programa comunicar-se a través d'una xarxa. Estan numerats per a identificar la aplicació que l'utilitza.

Navegador: Aplicació que interpreta els arxius que hi ha al servidor per a què ho puguem llegir.

Ja queda poc!
Ara has de comunicar a la princesa que vas a buscar-la i que t'espera
Has trobat un ordinador però t'has de connectar a la xarxa per a poder parlar amb ella

Som-hi que ja és el final

Figura 4.11. Explicació i teoria del tercer mini-joc

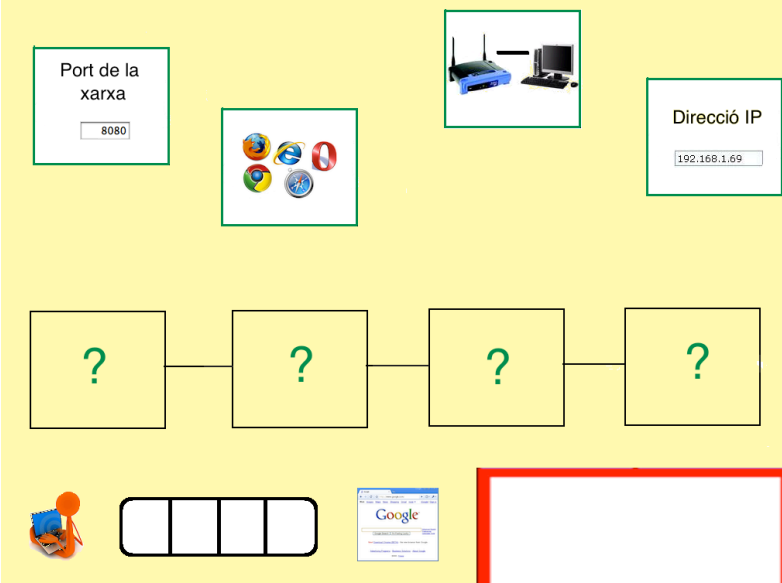


Figura 4.12. Pantalla principal tercer mini-joc

5. Avaluació del joc

En aquest capítol es descriu l'avaluació del nostre joc educatiu que ha estat provat a l'escola de Tramuntana amb els alumnes de 5è i 6è de primària a Menorca. En concret, es fa una descripció de la dinàmica de la sessió per avaluar el joc i s'analitzen els resultats obtinguts de les puntuacions encerts i fallides de cadascun dels participants amb el joc, juntament amb les seves respostes als pre-test, post-test i qüestionaris que han omplert.

5.1 Descripció de l'experiment

Per a fer l'avaluació, ens vam posar en contacte amb l'escola Tramuntana de Menorca. En concret, ens vam posar en contacte amb el professorat i els hi vam explicar què és el que volíem fer i amb quins objectius i vam concertar un dia. L'experiment es va fer amb estudiants de cinquè i sisè de primària de l'escola. Allà vam instal·lar un ordinador amb el joc i la taula interactiva (veure Figura 5.1).



Figura 5.1. Fotografies de l'avaluació

Per tant, en aquest capítol presentem l'estudi que hem realitzat basant-nos en la informació extreta de 13 estudiants entre 10 i 12 anys que han estat els que han provat el nostre joc a l'escola Tramuntana. Com un dels objectius de l'avaluació consistia en veure com les pistes ajudaven als estudiants. Per aquest motiu hem fet dos tipus d'experiments: el primer consistia en que un grup d'estudiants provava la versió del joc amb pistes, mentre que l'altre experiment consistia en un altre grup que provava la versió del joc que no conté pistes. Altres aspectes que també ens interessaven avaluar en aquesta experiència fan referència a l'aprenentatge assolit utilitzant el joc, quina ha estat l'experiència amb el joc i com valoren la tangibilitat del joc.

La dinàmica de la sessió va ser la següent, primer els alumnes contestaven un test que constava de 10 preguntes sobre les TIC, en aquest test s'esperava que els alumnes no sabessin contestar cap pregunta i les contestessin a l'atzar, després jugarien al joc on s'explicarien els conceptes del test i es posarien en pràctica durant el joc, un cop acabat es passaria a fer un altre test molt

similar al primer, però aquest cop els alumnes ja haurien de saber contestar a les preguntes. Finalment es faria un qüestionari per saber la seva opinió sobre les parts del joc. Aquest qüestionari permet saber quines són les opinions que tenen els usuaris sobre el joc, si els hi ha agradat, si els hi ha semblat útil, si millorarien algunes coses i també alguns aspectes respecte les pistes.

Finalment es farà un anàlisi dels resultats tenint en compte les puntuacions que han tret els alumnes i les observacions que s'han anotat durant l'experiment. També serà important veure els resultats que mostren els tests per veure si realment han après els conceptes que volíem ensenyar en el joc. Un cop feta la triangulació de les dades es passarà a fer les conclusions que en podem extreure.

5.2 Resultats de l'experiment

Els resultats de l'avaluació s'han agafat segons les respostes dels estudiants al pre-test (veure annex A), al post-test (veure annex B) i al qüestionari (veure annex C) que aquests han emplenat. Els qüestionaris amb els que hem treballat es referenciaran al llarg d'aquest capítol mitjançant etiquetes de la següent manera: [Qüest-CP-X] i [Qüest-SP-X] on X és el número del participant, CP indica que ha utilitzat les pistes i SP que no ha utilitzat les pistes. A més, per analitzar profundament els resultats hem tingut en compte dos tipus de dades, les quantitatives i les qualitatives. A la taula 5.1 podem trobar resumits tots els resultats que s'han obtingut durant l'avaluació.

	Participants amb pistes	Participants sense pistes
Dificultat per arribar a la solució	En general han trobat que el nivell era adequat i que els hi era possible trobar la solució. Els nivells més complicats han estat el mini joc dels números binaris i el de les xarxes.	La majoria dels estudiants no han trobat dificultats per a resoldre el joc. Alguns han comentat que alguna teoria era difícil d'entendre i que els conceptes més teòrics se'ls hi oblidava.
Ajuda proporcionada	En general els estudiants han dit que les pistes proporcionades eren útils, fàcil d'entendre i que els ajudava a aprendre conceptes de les TIC. En cap moment han afirmat que fossin insuficients ni que els hi molestessin.	Pràcticament tots els estudiants han dit que el joc ja està bé així com està i que no es necessita cap tipus d'ajuda. Un estudiant ha dit que li agradaria que algunes teories es poguessin tornar a llegir quan es demanés una pista.
Experiència del joc	Pràcticament tots els estudiants coincideixen en afirmar que el joc és molt divertit. Un aspecte important és que la majoria ha contestat que mentre feien el joc sentien interès per les TIC i que volien saber més del que se'ls hi estava ensenyant. A més no han trobat les pistes gens pesades, de fet creuen que són útils.	Els estudiants que no han utilitzat les pistes també pensen que el joc és divertit. També han sentit interès per els temes de les TIC.

Tangibilitat

Els estudiants han avaluat molt positivament la tangibilitat del joc, cap d'ells havia jugat abans a un joc d'aquestes característiques i han remarcat que és molt divertit i que és de les coses que més els hi ha agradat.

Aquest aspecte és igual tants per els usuaris amb pistes i com per els sense pistes.

Taula 5.1. Resultats obtinguts en els qüestionaris

5.2.1 Aprenentatge

Per a avaluar si els estudiants han assimilat correctament els conceptes que se'ls hi ensenyava al joc, s'ha comparat la nota resultant dels pre-tests envers a la nota obtinguda als post-tests. Els resultats es poden veure a la figura 5.2. En general, es pot observar que hi ha una tendència a una millora en l'aprenentatge dels estudiants un cop han utilitzat el joc. Aquest tret és important remarcar-lo perquè és una dada prou important com per començar a pensar que el sistema dona els resultats desitjats. En concret, es pot observar una millora substancial en els casos dels participants 1, 7, 9 y 13.

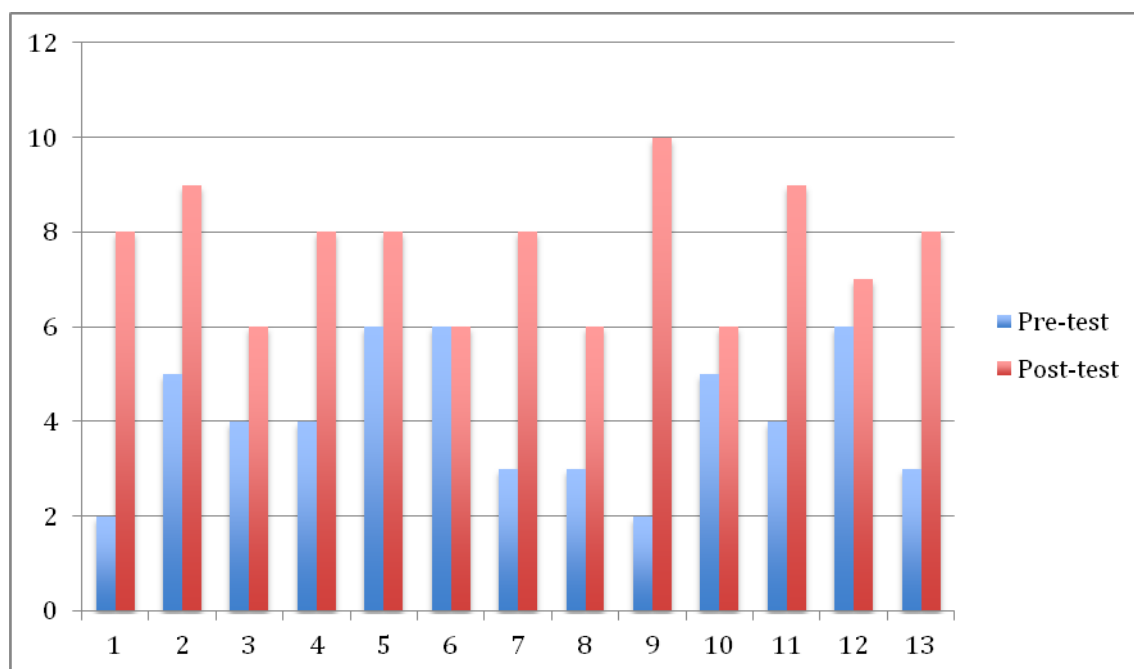


Figura 5.2. Resultats dels pre-tests i post-tests

Si observem detingudament les dades obtingudes en el qüestionari en referència a les respostes relacionades amb l'aprenentatge, obtenim els resultats que es mostren a la taula 5.2.

		Totalment en desacord	En desacord	Normal	D'acord	Totalment d'acord	No Aplicable
1	Aprenia sobre els diferents conceptes cada cop que realitzava un moviment correcte	-	-	1	1	11	-
2	Aprenia sobre els diferents conceptes cada cop que realitzava un moviment incorrecte	1	1	1	2	8	-

3	Aprènia sobre els diferents conceptes perquè les pistes em feien pensar per quin motiu havia fallat	-	-	2	2	6	3
4	Aprènia sobre els diferents conceptes pels consells oferts per les pistes	1	-	1	2	6	3
5	No volia pensar en conceptes teòrics al jugar durant el joc	10	2	-	-	1	-
6	Volia aprendre aspectes relacionats amb la informàtica jugant amb el joc	-	-	1	2	10	-
7	Sento curiositat pels temes relacionats amb les TIC jugant amb el joc	-	-	1	1	11	-
8	Ja era bo en temes relacionats amb les TIC abans de jugar amb el joc	2	2	4	-	3	1

Taula 5.2. Resultats en relació a l'aprenentatge

En una escala de l'1 (totalment en desacord) al 5 (totalment d'acord), 11 del 13 participants estan totalment d'acord en que han après sobre els diferents conceptes cada cop que realitzaven accions o moviments correctes. De manera anàloga, 8 dels participants opinen que també han après dels moviments incorrectes. Aquest fet, ens indica que els estudiants reflexionen sobre els conceptes que estan aprenent cada cop que realitzen una acció correcta o incorrecta. Per altra banda, la major part dels estudiants (8 dels 13) estan d'acord o totalment d'acord en que gràcies als consells de les pistes han anat aprenent millor els conceptes.

Un altre aspecte positiu d'haver jugat amb el joc, es haver aconseguit motivar els estudiants en aprendre conceptes relacionats amb les enginyeries TIC. De fet, 10 dels participants sentien la curiositat d'aprendre aspectes relacionats amb la informàtica al haver jugat amb el joc, mentre que 11 dels participants senten curiositat pels temes relacionats amb les TIC en general. Destacar també que 10 dels participants, volien pensar en conceptes teòrics mentre jugaven al joc. Aquest fet denota que, hi ha una tendència entre els estudiants a pensar i aprendre bé els conceptes apresos per treure una millor puntuació en el joc.

5.2.2 Pistes proporcionades pel joc

Pel que fa a les pistes del joc, es va observar que els estudiants els hi costava molt demanar les pistes: preferien equivocar-se abans que demanar-ne una. Tot i que la majoria d'estudiants van fer alguna errada, més de la meitat (com es pot veure a la Figura 5.3) dels estudiants van expressar que no havien tingut cap tipus de dificultat per a resoldre els problemes plantejats.

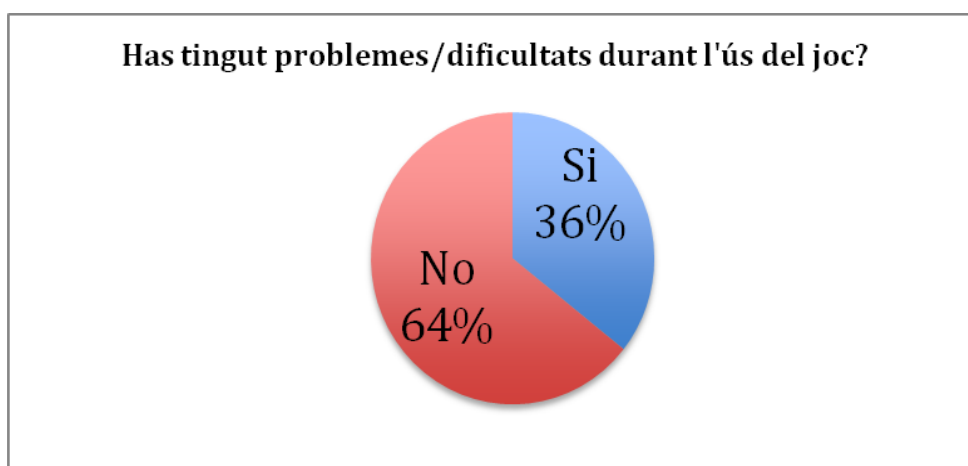


Figura 5.3. Dificultats durant el joc

Si analitzem amb més detall les respostes del qüestionari dels participants que tenien pistes (veure Taula 5.3) observem que tots els participants no troben incòmodes les pistes

proporcionades pel sistema. A més 5 dels 6 participants que han utilitzat pistes estan totalment en desacord que les pistes eren massa llargues, que els avorrien i que apareixien massa sovint. Aquests fets, juntament amb que 5 dels 6 participants han coincidit en estar totalment d'acord en el fet que els hi agradaven les pistes, podem dir que el disseny que em utilitzen per incloure les pistes en el sistema, era adient.

		Totalment en desacord	En desacord	Normal	D'acord	Totalment d'acord	No Aplicable
1	Les pistes eren fàcil d'entendre	-	-	1	1	4	-
2	Les pistes eren útils per a mi	-	-	-	1	5	-
3	Les pistes m'incomodaven	6	-	-	-	-	-
4	Les pistes m'han ajudat a aprendre sobre conceptes relacionats amb les TIC	-	-	1	1	4	-
5	Les pistes eren interessants	-	-	-	1	4	1
6	Les pistes m'avorrien	5	-	-	-	-	1
7	Les pistes eren massa llargues	5	-	-	-	-	1
8	Les pistes apareixien massa sovint	5	-	-	-	-	1
9	Les pistes no eren suficients	4	1	-	-	-	1
10	M'agradaven les pistes	-	-	-	-	5	1

Taula 5.3. Resultats en relació a les pistes

Malgrat la bona acceptació de pistes per part dels estudiants, trobem un cas interessant si analitzem les errades que ha fet cada estudiant mentre jugava. En aquest cas, distingirem entre els estudiants amb pistes (figura 5.4) i els que no podien utilitzar-les (figura 5.5), per veure si existeix algun tipus de relació entre les errades comeses i el fet d'haver tingut la opció a consultar pistes. Com es pot observar en tots dos gràfics, curiosament els estudiants que podien utilitzar pistes han fet més errades que els que no podien utilitzar-les.

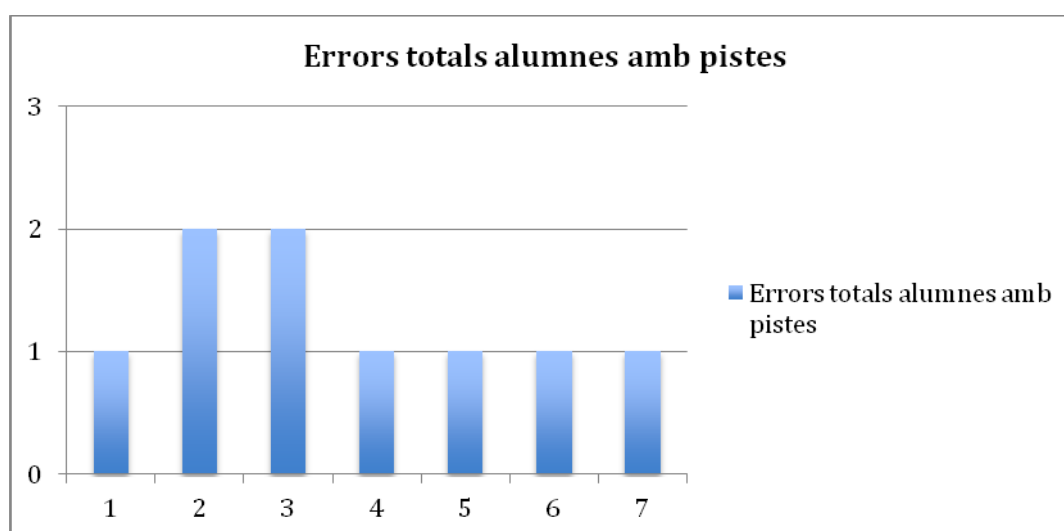


Figura 5.4. Errors d'alumnes amb pistes

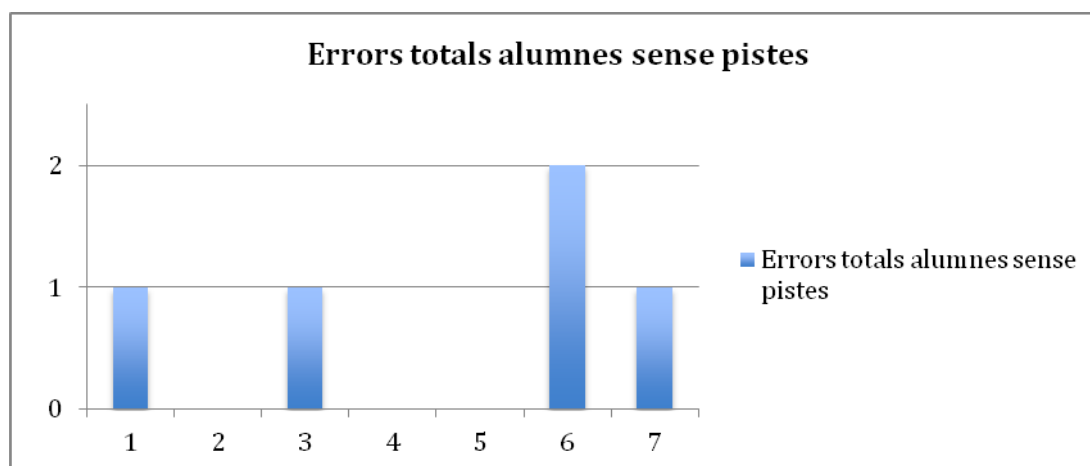


Figura 5.5. Errors d'alumnes sense pistes

Aquestes dades ens indiquen que malgrat que les pistes els hi agradaven, no les trobaven llargues ni avorrides; aquestes pistes no ajudaven a l'estudiant a resoldre els problemes. Per tant, s'haurien de plantejar com hauria de ser el contingut de les pistes per a que siguin de més utilitat per a l'aprenentatge dels estudiants mantenint el disseny que em seguit per integrar-les en el joc. En aquest sentit, l'estudiant [Qüest-SP-2] va suggerir que s'haurien de repetir les explicacions teòriques que apareixen a l'inici de cada mini joc com a complement de les pistes ja existents. Per altre banda l'estudiant [Qüest-CP-5] ha dit que les pistes són prou útils i que creu que ja estan bé així com estan i que l'han ajudat a superar l'últim nivell. A més està totalment d'acord amb que les pistes són fàcils d'entendre i útils.

5.2.3 Experiència joc

En aquest apartat avaluarem el nivell de satisfacció dels alumnes en quan a l'experiència del joc, es a dir, analitzarem què els hi agradava, què no, si es divertien o si per contra s'avorrien. Es tindrà en compte tot el que pensaven els estudiants mentre jugaven, quines eren les sensacions que tenien en cada moment. És important tenir en compte aquests factors ja que l'objectiu era que els estudiants assimilassin els conceptes mentre es divertien per a què relacionessin els conceptes apresos amb la diversió. La Taula 5.4 recull el conjunt de valoracions de tots els participants pel que fa a aquests aspectes mencionats.

		Totalment en desacord	En desacord	Normal	D'acord	Totalment d'acord	No Aplicable
1	M'agradava cada cop que finalitzava un nivell	-	-	-	2	10	1
2	Em disgustava quan fallava un nivell en concret del joc	5	1	2	1	1	3
3	Volia demanar ajuda quan em sentia bloquejat	2	-	1	2	6	2
4	No volia que ningú m'aconelles al decidir que havia de fer	7	1	1	-	3	1
5	Jo volia resoldre per mi mateix les dificultats als problemes plantejats	3	1	3	1	4	1
6	No m'importava fallar els diferents nivells del joc	5	1	4	1	1	1
7	No m'importaven les pistes que m'oferia el joc	8	-	2	-	-	3
8	M'hagués agradat divertir-me més mentre jugava al joc	7	-	3	1	1	1
9	Em divertia si acabava els nivells sense fallar	-	1	1	-	10	1

10	Em divertia si acabava els nivells de manera rapida	-	1	2	3	7	1
11	Les explicacions teòriques eren clares	-	-	2	1	8	1
12	Les explicacions teòriques eren útils	-	-	-	-	12	2
13	La quantitat d'informació de les explicacions teòriques era adequada	-	-	1	2	9	1
14	La puntuació obtinguda al encertar cada pregunta es adequada	-	-	-	2	10	1
15	La puntuació obtinguda al encertar cada pregunta es motivadora	-	-	1	1	10	1
16	La puntuació obtinguda al fallar cada pregunta es adequada	-	-	1	4	7	1
17	La puntuació obtinguda al fallar cada pregunta es motivadora	2	-	3	1	6	1

Taula 5.4. Resultats en relació a l'experiència del joc

Com era d'esperar, en general observem que tots els participants estan totalment d'acord amb afirmar que els hi agradava finalitzar un nivell amb èxit. A més aquesta dada està recolzada pel fet que 7 participants estan totalment en desacord amb la sentència de que els hi hagués agradat divertir-se més mentre jugaven al joc. En aquest sentit, 10 participants estan totalment d'acord amb que es divertien cada cop que acabaven es nivells sense fallar, i 7 ho feien quan acabaven de manera ràpida.

Pel que fa a l'ajuda, 8 dels 11 estudiants que han contestat aquesta pregunta, estan d'acord o totalment d'acord amb el fet que quan es sentien bloquejats volien demanar ajuda. Aquesta dada també està suportada pel fet que 7 participants estan totalment d'acord amb que si que volien que els hi aconsellessin al decidir que s'havia de fer en cas de dubtes. Per tant, es important considerar el rol d'una persona assistent al llarg del joc o trobar mecanismes que integri el joc per donar aquest suport als participants. En aquest sentit, les pistes juguen un paper important ja que estan força considerades pels participants: 8 dels participants estan totalment d'acord en que valoraven molt l'ajuda proporcionada per les pistes que oferia el joc.

Una dada molt important és que 12 estudiants estan totalment d'acord en que les explicacions teòriques eren útils, la importància d'aquesta dada rau en que els estudiants creuen que amb la teoria actual els conceptes ja queden clars i és suficientment entenedor de manera que amb l'explicació actual ja són capaços d'assolir els conceptes que volíem que aprenguessin. A més, la gran majoria dels estudiants (8 del 13) destaquen també que les explicacions teòriques eren clares i que, a més, la quantitat d'informació era l'adequada (dada recolzada per la opinió de 9 participants). Per tant, les explicacions teòriques són encertades, encara que es podrien millorar amb explicacions encara més clares per a aconseguir encara millors resultats.

Un altre punt important a tractar són les sensacions que han tingut els estudiants respecte als mecanismes de puntuacions. En general, el 76% dels alumnes estan totalment d'acord en que la puntuació que han obtingut per cada problema cada cop que encertaven era adequada i motivadora. En canvi, pel que fa a la puntuació que es restava cada cop que els estudiants fallaven en les seves propostes de solució, els resultats no són tan majoritaris: tan sols el 56% creu que la puntuació que es resta quan es falla una pregunta és adequada i el 46% creu que és motivadora.

5.2.4 Tangibilitat del joc

En aquest apartat s'analitza el valor afegit que aporta utilitzar la tecnologia tangible al nostre joc. Cap alumne havia jugat mai amb un joc tangible i per tant va ser tot una novetat per ells, una novetat que van agafar amb molt de gust i il·lusió. Llavors, de la mateixa manera que en els casos anteriors, la Taula 5.5 recull les opinions dels participants en aquest sentit.

		Totalment en desacord	En desacord	Normal	D'acord	Totalment d'acord	No Aplicable
1	Es molt divertit jugar amb peces físiques	-	-	-	1	10	2
2	Es molt senzill jugar amb peces físiques	1	-	4	1	5	2
3	Es molt intuïtiu l'ús de les peces físiques	1	-	2	-	6	4
4	He tingut problemes per entendre com col·locar les peces del joc	6	1	-	1	3	2
5	He tingut problemes per entendre com utilitzar les peces del joc	8	1	-	1	1	2
6	Es més divertit jugar amb les peces físiques que amb jocs d'ordinador	-	-	1	2	7	3
7	Crec que el joc hagués estat més intuïtiu si no fos tangible	8	-	2	-	1	2
8	M'hagués agradat més que el joc no fos tangible	10	-	1	-	-	2

Taula 5.5. Resultats en relació a la tangibilitat del joc

En una escala de l'1 (totalment en desacord) al 5 (totalment d'acord), 10 dels 11 estudiants que han contestat aquesta pregunta estan totalment en desacord en preferir que el joc no fos tangible, per tant l'elecció de fer un joc tangible sembla ser encertada. A més aquesta conclusió pren força quan veiem que, a més, 10 participants han valorat amb un 5 el fet de que és divertit jugar amb peces físiques i, com es mostra a la Figura 5.6, 9 participants estan d'acord o totalment d'acord en que es més divertit jugar amb les peces físiques que amb jocs d'ordinador.

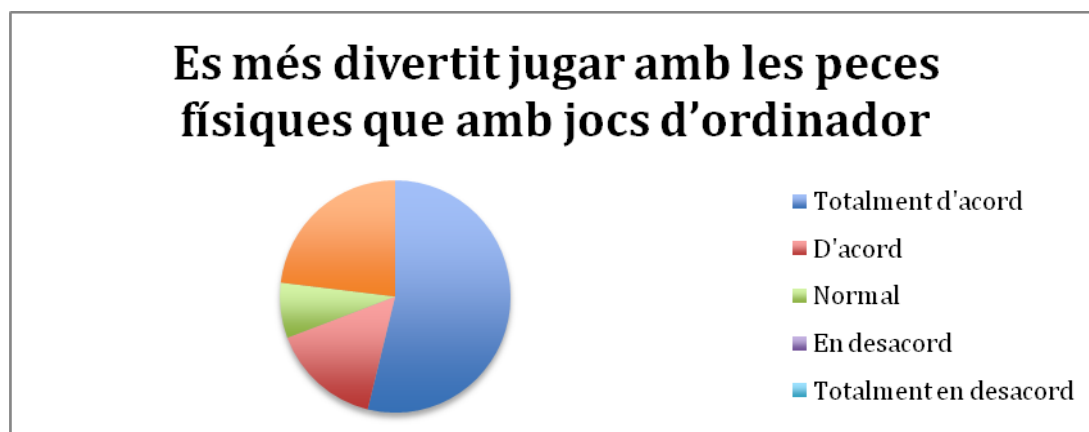


Figura 5.6 Resultats diversió peces físiques

Pe últim, malgrat que la majoria dels participants no han tingut problemes per entendre com col·locar les peces del joc (7 dels 13 participants) o com utilitzar-les (9 dels 13 participants), hi ha hagut més variació d'opinions pels que fa a 2 aspectes en concret: per una banda, només 5 dels 13 participants estan totalment d'acord en que es senzill jugar amb peces físiques; per altre banda, 6 dels 10 participants troben intuïtiu l'ús de peces físiques. En aquest sentit aquests dos aspectes, poden estar directament relacionats amb problemes tècnics derivats de la detecció de les peces. Aquests problemes, poden haver afectat a la valoració d'aquests aspectes relacionats amb la tangibilitat.

5.3 Discussió i conclusions

De tota aquesta avaluació s'han tret varies conclusions importants que ens permeten veure si hem complert els objectius i si s'han obtingut els resultats desitjats.

En l'apartat d'aprenentatge es pot dir que s'han complit tots els objectius, cap estudiant ha empitjorat la nota del post-test respecte la que ha tret al pre-test i només un participant ha tret la mateixa; tots els altres han superat el seu número d'encerts. A més dels bons resultats dels tests, molts estudiants han explicat que sentien curiositat per aprendre conceptes de les TIC i que volien seguir aprofundint en aquests conceptes. Per tant considerem que les decisions preses en aquest apartat han estat satisfactòries i han donat els resultats desitjats.

En l'apartat d'ús de les pistes es pot extreure la conclusió de que les pistes així com estan donen uns resultats prou bons però es podria seguir millorant aquest aspecte per a aconseguir uns resultats molt més bons. Un exemple per millorar les pistes era el que apuntava un dels estudiants que és incorporar la teoria a les pistes, així la pista en si és molt més útil. La part que més els hi ha agradat als estudiants és que les pistes són fàcils d'entendre i útils. En cap cas les pistes incomodaven als usuaris i això es una bona notícia, ja que afavoreix l'ús d'aquestes i la manera en que la informació arriba als estudiants.

En l'apartat de l'experiència del joc destaca l'opinió general dels estudiants de que el joc és divertit i que els hi agradaven les explicacions teòriques. La majoria pensa que són útils i estan ben explicades. On els resultats del qüestionari no són tan positius és en el tema de la puntuació que se'ls hi restava quan fallaven una pregunta, alguns deien que no molt motivador tot i que en general estaven d'acord en afirmar que era adequat.

Finalment en l'apartat de la tangibilitat del joc els estudiants consideren que aquest aspecte fa que el joc sigui molt més entretingut fins al punt que creuen que és molt més interessant així que si fos un joc d'ordinador com els que estan habituats a jugar. Per altre banda, alguns estudiants han manifestat que tot i ser més divertit, això suposa sumar una complicació afegida al joc. Tot i aquest apunt, el resultat de la tangibilitat ha estat molt positiu i s'ha aconseguit el que es volia, ha donat un valor afegit al joc i ha agradat als estudiants. De fet alguns estudiants han destacat que la tangibilitat és una de les coses que més els hi ha agradat de tot.

6. Conclusions i treball futur

En aquest últim capítol es veurà l'anàlisi final de tot el projecte, ressaltant els punts positius i els punts negatius del projecte, els encerts i els errors que s'han comès al llarg de tot el PFC. També s'analitzarà quins aspectes es poden millorar en un futur, a partir de quines premisses es pot seguir treballant. Per acabar es fa una valoració personal de tot el projecte.

6.1 Conclusions

Un cop s'ha avaluat el joc basat en puzles és el moment de veure si s'han complert tots els objectius que s'havien plantejat a l'inici d'aquesta memòria.

Primer de tot s'ha analitzat la situació sobre l'actual interès en estudiar carreres relacionades amb les TIC. S'ha pogut veure com les matriculacions en aquest tipus de carreres ha baixat en els darrers anys i s'han investigat les causes. La principal causa és que el model d'ensenyament actual no motiva als estudiants a estudiar carreres tècniques. Per tant s'ha proposat dissenyar i implementar un joc basat en puzles que tractés els principals temes de les TIC.

Després s'han analitzat les metodologies i les millors maneres que hi ha per a dissenyar un joc centrat en l'experiència de l'usuari. També s'ha explicat quines tecnologies hem utilitzat per desenvolupar el nostre joc i perquè s'han escollit. A l'avaluació s'ha pogut comprovar que l'elecció de fer un joc tangible ha estat realment encertada ja que ha agradat molt als alumnes i els hi ha resultat intuïtiu i divertit. A l'hora d'implementar aquesta tecnologia també ha estat molt interessant ja que el fet d'utilitzar tecnologies diferents a les habituals és molt motivador i et dona marge per experimentar ja que al no ser molt comú no s'ha definit encara cap estàndard. A l'hora d'escollir els temes que havia de tractar el joc, es van escollir tres temes molt comuns en qualsevol carrera tècnica i que, alhora, despertés l'interès dels estudiants. L'elecció ha estat molt encertada, tal i com demostren els qüestionaris de satisfacció.

En el tema de la implementació ha estat molt important la tecnologia escollida, el framework de ReactIVision ha estat fonamental per a que aquest projecte s'acabés amb èxit. Amb aquest framework que està pensat per a ser utilitzat amb interfícies tangibles proporciona moltes eines que són imprescindibles en aquest tipus de jocs. A més de comptar amb un gran número d'eines, proporciona uns codis estàndards i per tant no els has ni de crear ja que ell reconeix automàticament els que són per defecte. La detecció dels codis ho fa amb una gran qualitat tot i que ens alguns casos ens ha fallat per problemes de llum. Està pensat per a què llegeixi llum ultraviolada i que així no hi hagi interferències amb focus de llum natural o de llums artificials però com s'ha utilitzat una web cam que detecta llum s'ha hagut de lluitar contra aquestes interferències. Es van proposar una sèrie de filtres físics que es col·locaven a sobre la web cam per a evitar aquests problemes però com no s'aconseguia un bon resultat al final s'ha optat per a no posar cap filtre. L'avaluació es va portar a terme en una sala prou lluminosa de llum natural i per aquest motiu les deteccions de codi, tot hi que hi va haver alguns errors, van ser prou bones.

Per a saber si es complien els objectius s'ha avaluat el joc en una escola amb alumnes reals, els resultats han estat molt bons i s'han complert totes les expectatives. Així hi tot s'han observat algunes possibles millores que podrien millorar, encara més, el joc com per exemple permetre als usuaris tornar a llegir les explicacions teòriques ja que actualment no hi ha un sistema que permeti tornar a la pantalla anterior.

Personalment crec que la conclusió més important que es pot treure d'aquest projecte és que és necessari un canvi en l'actual sistema educatiu. S'ha provat que si utilitzem tècniques alternatives a les que s'utilitzen des de fa molts anys podem fer que els estudiants s'interessin per aprendre i que acabin assimilant coneixements realment complexos sense que ni tan sols se n'adonin. Un dels motius per els que es va triar uns alumnes de cinquè i sisè de primària va ser per veure si eren capaços d'entendre com es calculaven els números binaris ja que aquests no s'ensenyen fins que no s'arriba a 1er de batxiller. Els resultats han estat espectaculars i molt interessants, una dada ben sorprenent és la d'un nen repetidor que la seva pitjor assignatura són

les matemàtiques, aquest nen va ser un dels que millor i més ràpid va entendre la manera de calcular un número binari.

6.2 Treball futur

A partir d'aquest projecte es pot seguir treballant en aquesta direcció, els resultats obtinguts han estat molt positius i per tant és un bon punt de partida per a començar a consolidar treballs molt més específics. En el futur es podria tenir en compte els següents punts:

- Primer de tot seria interessant fer el mateix joc però amb detalls molt més acabats, millorar molt la part gràfica. Es podrien incloure animacions explicatives i que tot el joc fos molt més dinàmic, a més d'incloure millores adequades als resultats de la avaluació.
- Tot aquest estudi es pot extrapolar a altres àmbits, no només les TIC sinó que hi ha molts altres camps de l'educació que també podrien ser tractats en aquest àmbit.
- Un treball molt interessant seria el de veure com aquests nous mètodes d'aprenentatge ajuden a persones que tenen problemes per a estudiar, ja siguin persones amb alguna minusvalidesa, estudiants amb dèficit d'atenció o simplement alumnes que no saben estudiar amb els mètodes tradicionals. En aquesta direcció hi ha molt treball a fer i es podria ajudar a moltíssimes persones. A l'avaluació que es va fer a l'escola de Tramuntana hi havia un nen amb necessitats especials i va provar el joc, tot i que se li va ajudar amb explicacions més detallades va ser capaç d'aconseguir acabar-lo amb èxit per tant crec que si es desenvolupessin sistemes adequats per aquestes persones es podrien aconseguir resultats realment positius.
- Finalment, l'altre línia de treball futur estaria relacionada en com integrar aquests jocs dintre en fluxos pedagògics més grans. Donat que hem pogut fer una prova de concepte aplicant l'especificació de IMS LD en la implementació del joc, una línia interessant de treball seria investigar com incloure aquests jocs dintre un sistema gestor d'aprenentatge web y com els resultats (per exemple, les puntuacions obtingudes en el joc) poden influir en la dinàmica d'altres activitats d'aprenentatge proposades per als estudiants.

6.3 Valoració personal

Estic molt satisfet de la feina feta al llarg d'aquest PFC, ha estat un llarg camí que començava just al setembre i que ha acabat al juny amb molta feina feta durant aquests mesos, moltes reunions amb el tutor i moltes nits treballant. Al principi, quan encara definia amb el tutor com seria el projecte tot semblava que seria més fàcil i que no hi hauria tanta feina al darrere, volia fer molta més cosa del que hagués pogut, per sort Javi Melero em va aconsellar molt bé i em va parar els peus en alguns aspectes per a poder arribar amb el temps especificat a un nivell bastant bo, amb molta qualitat i molt ben documentat. Precisament la part de documentació és la que m'ha semblat més pesada i on més temps he passat, mai m'havia imaginat que documentar un projecte era tant costós i requeria tanta precisió. Així i tot estic molt content d'haver viscut aquesta experiència perquè m'ha ajudat moltíssim per aconseguir una bona metodologia de treball i sobretot assentar les bases d'unes bones pràctiques, tant de programació com de documentació. A part d'aquestes bases el projecte m'ha anat molt bé per consolidar conceptes que havia vist i estudiat al llarg de la carrera però que fins que no les portes a terme en un projecte d'aquest estil no les aprens completament, he vist la gran importància de les assignatures d'Enginyeria del Software i veure la utilitat de tot allò que quan estudiaves pensaves "això segur que no ho fa ningú". Per altre banda m'ha anat molt bé per aprofundir en els conceptes que vaig veure a l'assignatura de Taller de Sistemes Interactius I on vaig veure bastants conceptes que m'han estat molt útils per aquest projecte i que sense ells tot hagués estat molt més complicat.

Segurament la cosa que més m'ha agradat del projecte és la de veure com un projecte que has iniciat tu sol fa temps i que hi has anat dedicant moltes hores va acabant, vas veient que té la forma que havies imaginat al principi i que, un cop acabat, pots anar a avaluar-lo a una escola i

que agradi als alumnes. Sentir el reconeixement dels alumnes i professors de l'escola és molt gratificant, sents que val la pena tot el temps dedicat i que tot aquest esforç té una recompensa.

M'ha agradat molt conèixer tot aquest món de l'aprenentatge basat en jocs, crec que és molt important estudiar-ho a fons perquè pot ser important de cara a un futur no molt llunyà. En l'avaluació vaig poder comprovar en primera persona que a algunes persones que el sistema d'ensenyament actual els hi costa molt tenia una gran facilitat per aprendre amb mètodes alternatius com l'aprenentatge basat en jocs, els professors d'aquest alumne van ser els primers en quedar sorpresos d'aquesta reacció. Per tant crec que l'educació dels pròxims anys hauria d'anar en aquesta direcció, sobretot aprofitant que actualment totes les escoles disposen d'un bon nombre d'ordinadors. A més, en un món on cada cop tot està més digitalitzat i les tecnologies estan en pràcticament tots els àmbits de la vida, és bo que l'educació no es quedi estancada, que es vagi adaptat a les noves generacions.

Per tant, estic molt satisfet d'haver realitzat aquest projecte, ha estat una gran experiència que m'ha ajudat a aprendre moltes coses, a veure les metodologies de treball des d'un angle diferent i amb la satisfacció d'haver arribat a on volia i amb els resultats que esperava.

7. Referències

- [1]. Association for Computing Machinery (2009), “Future of Computing Education Summit Report”, Últim accés el 14 de gener de 2011 desde http://www.acm.org/education/future-of-computing-education-summit/FoCES_web.pdf
- [2]. Fisch, M. S. (2005), “Making educational computer games educational”, En Proceedings of the 2005 conference on Interaction, design and children, Boulder, Colorado, pp. 56–61.
- [3]. Jones, G., & Warren, S. (2008), “Chalk House: A 3D Online Learning Environment for Literacy”, En Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Las Vegas, Nevada, USA, pp. 1691–1694.
- [4]. Ke, F. (2008), “A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay?”, Computers and Education, 51(4), pp. 1609–1620.
- [5]. Melero, J., Hernández-Leo, D., & Blat, J. (2011), “Towards the Support of Scaffolding in Customizable Puzzle-based Learning Games”, A Proceedings of the 11th International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA), Santander, Spain, pp. 254–257.
- [6]. Oblinger, D. (2004), “The next generation of educational engagement”, Journal of Interactive Media in Education, 8, pp. 1–18.
- [7]. Prensky, M. (2001), “Digital Game-Based Learning”, New York: McGraw Hill.
- [8]. Sedig, K. (2008), “From Play to Thoughtful Learning: A Design Strategy to Engage Children With Mathematical Representations”, Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 27(1), pp. 65–101.
- [9]. Stephenson, C. (2009), “It is a Pivotal Time for K-12 Computer Science”, Communications of the ACM, 52(12), p. 5.
- [10]. Vygotsky, L.S. (1978), “Mind in Society: the Development of Higher Psychological Processes”, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- [11]. Wood, D.J., Bruner, J.S. & Ross, G. (1976), “The role of tutoring in problem solving”, Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17(2), pp. 89–100.
- [12]. Granollers, T., Lorés, J., & Perdrix F (2002), “Modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad. Integración de la ingeniería del Software y de la Usabilidad”, COLINE 02: Investigación En Entornos De Interacción Colectiva, vol. 2002, últim accés el 7 de febrer de 2012 des de <http://lsi.ugr.es/~mgea/workshops/coline02/Articulos/toni.pdf>
- [13] Resnick, M., Maloney J., Monroy-Hernández, A., Rusck N., Eastmond E., Brennan K., Millner A., Rosenbaum E., Silver J., Silverman B., Kafai Y. (2009), "Scratch: Programming for All", Communications of the ACM, 52(11), pp. 60-67.
- [14]. Bernal, S. para "Maestros del web", ¿Qué es la Realidad Aumentada?. Últim accés el 14 de Febrer de 2012 des de <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/que-es-realidad-aumentada/>
- [15] Pea, R. D. (1983), "Logo Programming and Problem Solving", Symposium of the American Educational Research Association, Montreal, Canada.
- [16] Javier Garzas (2010), “¿Ya no gusta en España estudiar ingeniería informática?”. Últim accés el 16 de Febrer del 2012 des de <http://www.javiergarzas.com/2010/06/no-gusta-estudiar-informatica-actualizado.html>
- [17] H. Kato, M. Billingham, Popyrev, K. Imamoto, K. Tachibana (2000), "Virtual Object Manipulation on a Table-Top AR Environment", In Proceedings of the IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality, Munich, Germany, pp. 111-119.

- [18] Marshall, Paul (2007). Do tangible interfaces enhance learning? In: *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction*, Baton Rouge, Louisiana, USA, pp. 163-170..
- [19] Wikipedia (2012), "Minijuego", últim accés el 21 de febrer del 2012 des de <http://es.wikipedia.org/wiki/Minijuego>
- [20] Wikipedia (2012), "Rompecabezas", últim accés el 21 de febrer del 2012 des de <http://es.wikipedia.org/wiki/Rompecabezas>
- [21] Josep Blat, "Disseny centrat en l'usuari" últim accés el 24 de febrer del 2012 des de http://www.dtic.upf.edu/~jblat/material/diss_interf/notes/ch3b.html
- [22] Z. Michalewicz, M. Michalewicz (2008). Puzzle Based Learning, an introduction to critical thinking, mathematics, and problem solving. Últim accés el 29 de febrer de 2012
- [23] Z. Michalewicz, N. Falkner, R. Sooriamurthi (2010). Puzzle Based Learning for Engineering and Computer Science. Últim accés el 29 de febrer de 2012
- [24] García Núñez, Alejandro (2010). Integración de plantillas para la creación de soluciones de aprendizaje siguiendo los estándares IMS LD e IMS CP en LdShake. Últim accés el 1 de març de 2012 des de <http://hdl.handle.net/2072/97250>
- [25] Ministerio de educación y ciencias. Últim accés el 1 de març de 2012 des de <http://ares.cnice.mec.es/informes/16/contenido/45.htm>
- [26] TUIO. Últim accés el 21 d'abril de 2012 des de <http://www.tuio.org/>
- [27] Wikipedia (2012), "Clase" . Últim accés el 21 d'abril de 2012 des de [http://es.wikipedia.org/wiki/Clase_\(informática\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Clase_(informática))
- [28] D. Griffiths, J. Blat, R. García, S. Sayago (2008). La aportación de IMS Learning Design a la creación de recursos pedagógicos reutilizables. Últim accés el 24 d'abril de 2012
- [29] (2008). IMS Learning Design Information Model (2003). Últim accés el 29 d'abril de 2012 des de http://www.imslobal.org/learningdesign/ldv1p0/imsld_infov1p0.html#1495449
- [30] Cómo hacer un diagrama de flujo. Últim accés l'1 de juny de 2012 des de <http://www.comolohago.cl/2009/06/16/como-hacer-un-diagrama-de-flujo/>
- [31] Modelo de clases. Últim accés l'1 de juny de 2012 des de <http://www.dcc.uchile.cl/~psalinas/uml/modelo.html>
- [32] Kahn, K. (1999) "A Computer Game to Teach Programming", In Proceedings of the National Educational Computing Conference, pp. 1-9. Últim accés el 5 de juny de 2012-
- [33] Melero, J. Conceptual Model. Últim accés el 5 de juny de 2012 des de <http://www.dtic.upf.edu/~jmelero/conceptualModel.html>
- [34] Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004) "Literature review in games and learning: A report for NESTA Futurelab". Últim accés el 5 de juny de 2012 des de http://www.nestafuturelab.org/research/reviews/08_01.htm
- [35] Wikipedia (2012), "C++". Últim accés el 5 de juny de 2012 des de <http://es.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>
- [36] Wikipedia (2012), "Xcode". Últim accés el 5 de juny de 2012 des de <http://es.wikipedia.org/wiki/Xcode>
- [37] S. Jordà, M. Kaltenbrunner, G. Geiger, and R. Bencina (2005), "The reacTable," Proceedings of the International Computer Music Conference.

- [38] Diagrama de secuencia UML. Últim accés el 6 de juny de 2012 des de http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/uml2_sequencediagram.html
- [39] Programación orientada a objetos. Últim accés el 12 de juny de 2012 des de http://java.ciberaula.com/articulo/tecnologia_orientada_objetos/
- [40] Kaltenbrunner, M., Bovermann, T., Bencina, R. Costanza, E. (2005). TUIO: A protocol for table-top tangible user interfaces. 6th International Gesture Workshop, Vannes 2005.
- [41] Lori L. Scarlatos, Yuliya Dushkina, Shalva Landy (1999), "TICLE: a Tangible Interface Collaborative Learning Environments". Brooklyn College

Projecte Fi de Carrera

Disseny, implementació i avaluació d'un joc tangible basat en puzles per aprendre conceptes de les enginyeries TIC

Joan Cardona Serra

Curs 2011-2012

Apèndix

A. Pre- test

1. Què és una funció?

- a) És una part del codi que defineix un comportament
- b) És un programa
- c) És un ordinador molt potent

2. Què significa programar?

- a) Escriure un codi que definirà el que farà el programa
- b) Posar en un ordre correcte les peces d'un ordinador
- c) Dir si un programa funciona o no

3. Què es un número binari?

- a) Un número representat amb ceros i uns
- b) Un número representat amb dues xifres
- c) Un número representat amb dues lletres

4. Com es representa el nombre 1 en binari?

- a) 001
- b) 100
- c) 010

5. Com es representa el nombre 3 en binari?

- a) 111
- b) 101
- c) 011

6. En quin nombre acaben tots els imparells?

- a) En 0
- b) En 1
- c) No es pot saber, depèn del nombre

7. Què és un navegador?

- a) És un menú que ens permet navegar entre diferents carpetes de l'ordinador
- b) Una aplicació que interpreta els arxius d'un servidor per a què ho puguem llegir
- c) Un número que ens identifica a la xarxa

8. La IP són nombres o lletres?

- a) Nombres
- b) Lletres
- c) Poden ser les dues coses

9. Què és un port de xarxa?

- a) El que fa que el programa pugui comunicar-se a través de la xarxa
- b) Un programa per saber les contrasenyes d'una xarxa WiFi
- c) No existeix

10. Quins quatre elements bàsics necessitem per connectar-nos a internet?

- a) Ordinador connectat a router, direcció IP, port de la xarxa i un navegador
- b) Ordinador connectat a router, direcció IP, port de la xarxa i un buscador
- c) Ordinador connectat a router, port de la xarxa, navegador i central telefònica

B. Post- test

1- Què és una funció?

- a) És un ordinador molt potent
- b) És una part del codi que defineix un comportament
- c) És un programa

2- Què és un paràmetre?

- a) Un element amb un valor que se li passa a una funció
- b) El que fa que un programa sigui més bonic
- c) Una part d'un ordinador

3- Com es calcula un nombre binari?

- a) Posant tants uns com el número indiqui
- b) Sumant 10 a tots els nombres
- c) Dividint el nombre en 2 fins que el quocient és igual a 1

4- Com es representa el nombre 2 en binari?

- a) 11
- b) 00
- c) 10

5- Com es representa el nombre 10 en binari?

- a) 0010
- b) 1010
- c) 1011

6- En quin número acaben tots els parells?

- a) 0
- b) 1
- c) No es pot saber, depèn del nombre

7- Què interpreta el navegador?

- a) La ruta més fàcil per arribar al destí que volem.
- b) Els arxius d'un servidor web
- c) No interpreta res, només demana informació.

8- Què és la IP?

- a) La ruta que seguirà un arxiu per a guardar-se a un servidor
- b) Un conjunt de números que diuen si podem descarregar un arxiu o no
- c) El número que ens identifica a la xarxa

9- Què és el port de xarxa?

- a) És una interfície que permet a un programa comunicar-se a través de la xarxa
- b) És el lloc on arriben i es guarden tots els arxius que ens venen de la xarxa
- c) Un programa per saber les contrasenyes d'una xarxa WiFi

10- Quin é l'ordre lògic per a connectarnos a internet?

- a) Ordinador connectat a router, direcció IP, port de la xarxa, navegador
- b) Ordinador connectat a router, port de la xarxa, direcció IP, navegador
- c) Navegador, Ordinador connectat a router, port de la xarxa, direcció IP

C. Qüestionari d'opinió i satisfacció

Joc basat en Puzle enfocat a Aprendre conceptes de les TIC

Qüestionari d'Opinió i Satisfacció

*Benvolgut estudiant,
per tal de fer una valoració de l'experiència et proposem respondre el següent qüestionari. A continuació et farem preguntes sobre el joc tangible que has utilitzat en aquesta experiència. Malgrat que us demanem el teu nom i cognoms, la informació d'aquest qüestionari serà analitzada i tractada de forma anònima. En tot cas no estàs obligat a posar informació que no et sembli adequada.*

Informació contextual

- Nom i cognoms : _____
- Edat: _____ anys
- Gènere: Noi Noia
- Acostumes a jugar a jocs?
 Mes d'un cop al dia Un cop al dia Diversos dies a la setmana
 Un dia a la setmana Diversos cops al mes Mai
- En cas afirmatiu, quin tipus de jocs són?

- Has jugat mai a cap joc tangible?
 Si No
- En cas afirmatiu, indica a quins jocs tangibles has jugat. En cas negatiu, especifica per quins motius no has jugat mai a cap joc tangible

Preguntes relacionades amb les pistes

- En relació a les pistes textuais, selecciona la resposta que més es correspongui a la teva opinió

		Totalment en desacord	En desacord	Normal	D'acord	Totalment d'acord	No Aplicable
1	Les pistes eren fàcil d'entendre	1	2	3	4	5	N/A
2	Les pistes eren útils per a mi	1	2	3	4	5	N/A
3	Les pistes m'incomodaven	1	2	3	4	5	N/A
4	Les pistes m'han ajudat a aprendre sobre conceptes relacionats amb les TIC	1	2	3	4	5	N/A
5	Les pistes eren interessants	1	2	3	4	5	N/A
6	Les pistes m'avorrien	1	2	3	4	5	N/A
7	Les pistes eren massa llargues	1	2	3	4	5	N/A
8	Les pistes apareixien massa sovint	1	2	3	4	5	N/A
9	Les pistes no eren suficients	1	2	3	4	5	N/A
10	M'agradaven les pistes	1	2	3	4	5	N/A

- Justifica les eleccions anteriors

- Com podien ser les pistes més útils per a tu?

- Com podien ser les pistes mes interessants?

- Quin altre tipus d'ajuda se't podria haver proporcionat per ajudar-te a jugar a aquest joc?

--

Preguntes relacionades amb l'experiència del joc

- Estàs d'acord amb les següents afirmacions sobre la teva experiència amb el joc?

		Totalment en desacord	En desacord	Normal	D'acord	Totalment d'acord	No Aplicable
1	M'agradava cada cop que finalitzava un nivell	1	2	3	4	5	N/A
2	Em disgustava quan fallava un nivell en concret del joc						N/A
3	Volia demanar ajuda quan em sentia bloquejat	1	2	3	4	5	N/A
4	No volia que ningú m'aconselles al decidir que havia de fer	1	2	3	4	5	N/A
5	Jo volia resoldre per mi mateix les dificultats als problemes plantejats	1	2	3	4	5	N/A
6	No m'importava fallar els diferents nivells del joc	1	2	3	4	5	N/A
7	No m'importaven les pistes que m'oferia el joc	1	2	3	4	5	N/A
8	M'hagués agradat divertir-me més mentre jugava al joc	1	2	3	4	5	N/A
9	Em divertia si acabava els nivells sense fallar	1	2	3	4	5	N/A
10	Em divertia si acabava els nivells de manera rapida	1	2	3	4	5	N/A
11	Les explicacions teòriques eren clares	1	2	3	4	5	N/A
12	Les explicacions teòriques eren útils	1	2	3	4	5	N/A
13	La quantitat d'informació de les explicacions teòriques era adequada	1	2	3	4	5	N/A
14	La puntuació obtinguda al encertar cada pregunta es adequada	1	2	3	4	5	N/A
15	La puntuació obtinguda al encertar cada pregunta es motivadora	1	2	3	4	5	N/A
16	La puntuació obtinguda al fallar cada pregunta es adequada	1	2	3	4	5	N/A
17	La puntuació obtinguda al fallar cada pregunta es motivadora	1	2	3	4	5	N/A

- Justifica les eleccions anteriors:

--

- Destaca en quins moments et diverties jugant al joc:

--

- Heu tingut alguna dificultat/problema durant l'ús del joc? Indica, en cas necessari, quin:

--

Preguntes relacionades amb l'aprenentatge

		Totalment en desacord	En desacord	Normal	D'acord	Totalment d'acord	No Aplicable
1	Aprènia sobre els diferents conceptes cada cop que realitzava un moviment correcte	1	2	3	4	5	N/A
2	Aprènia sobre els diferents conceptes cada cop que realitzava un moviment incorrecte	1	2	3	4	5	N/A
3	Aprènia sobre els diferents conceptes perquè les pistes em feien pensar per quin motiu havia fallat	1	2	3	4	5	N/A
4	Aprènia sobre els diferents conceptes pels consells oferts per les pistes	1	2	3	4	5	N/A
5	No volia pensar en conceptes teòrics al jugar durant el joc	1	2	3	4	5	N/A
6	Volia aprendre aspectes relacionats amb la informàtica jugant amb el joc	1	2	3	4	5	N/A
7	Sento curiositat pels temes relacionats amb les TIC jugant amb el joc	1	2	3	4	5	N/A
8	Ja era bo en temes relacionats amb les TIC abans de jugar amb el joc	1	2	3	4	5	N/A

- Justifica les eleccions anteriors:

--

Preguntes relacionades amb la tangibilitat

		Totalment en desacord	En desacord	Normal	D'acord	Totalment d'acord	No Applicable
1	Es molt divertit jugar amb peces físiques	1	2	3	4	5	N/A
2	Es molt senzill jugar amb peces físiques	1	2	3	4	5	N/A
3	Es molt intuïtiu l'ús de les peces físiques	1	2	3	4	5	N/A
4	He tingut problemes per entendre com col·locar les peces del joc	1	2	3	4	5	N/A
5	He tingut problemes per entendre com utilitzar les peces del joc	1	2	3	4	5	N/A
6	Es més divertit jugar amb les peces físiques que amb jocs d'ordinador	1	2	3	4	5	N/A
7	Crec que el joc hagués estat més intuïtiu si no fos tangible	1	2	3	4	5	N/A
8	M'hagués agradat més que el joc no fos tangible	1	2	3	4	5	N/A

- Justifica les eleccions anteriors:

Valoració General

- Indica els tres aspectes de l'activitat que t'hagin agradat més:

- Indica els tres aspectes de l'activitat que t'hagin agradat menys o que milloraries:

Moltes gràcies per la teva col·laboració!!