

ACTIVEU_DCL: UN JOC TERAPÈUTIC PER A PERSONES AMB DETERIORAMENT COGNITIU LLEU



NÚRIA BERGA QUINTANA

MÀSTER EN TELEMEDICINA- UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

TUTORA: ELENA MEDARDE

ÍNDEX DE CONTINGUTS

1. Justificació	Pàgina 4
1.1. Introducció	Pàgina 4
1.2. Marc teòric	Pàgina 5
1.2.1. Cognició	Pàgina 5
1.2.2. Tecnologia	Pàgina 6
1.3. Objectius	Pàgina 9
1.3.1. Objectius generals	Pàgina 9
1.3.2. Objectius específics	Pàgina 9
2. Metodologia	Pàgina 11
2.1. Descripció de la mostra	Pàgina 13
2.2. Desenvolupament	Pàgina 15
3. Resultats	Pàgina 23
3.1. Característiques dels subjectes	Pàgina 23
3.2. Resultats tecnològics	Pàgina 25
3.3. Resultats terapèutics	Pàgina 31
3.3.1. Atenció	Pàgina 31
3.3.2. Memòria de treball	Pàgina 31
3.3.3. Velocitat de processament	Pàgina 32
3.3.4. Errors freqüents	Pàgina 34
4. Discussió	Pàgina 35
5. Conclusions	Pàgina 39
6. Bibliografia	Pàgina 40

7. Annexes	Pàgina 44
7.1. Annex 1	Pàgina 44
7.2. Annex 2	Pàgina 45
7.3. Annex 3	Pàgina 47
7.4. Annex 4	Pàgina 50
8. Índex de taules	Pàgina 56
9. Índex de gràfics	Pàgina 57

1.JUSTIFICACIÓ

1.1. Introducció

El procés normal d'envelliment porta implícit una sèrie de canvis a nivell biològic, psicològic i social. El deteriorament Cognitiu Lleu (DCL) suposa un declivi cognitiu més gran del que es considera normal per a l'edat i el nivell d'educació de la persona però sense que aquest interfereixi de forma notable en les activitats de la vida diària. Per a ser diagnosticat com a tal, aquest dèficit ha de ser: adquirit, de manera que s'observin mancances respecte les capacitats prèvies, referenciat pel propi pacient o per un informador fiable, objectivat per l'exploració neuropsicològica i persistent en el temps (1). Estudis de base poblacional indiquen una prevalença d'entre el 3% i el 19% en adults majors de 65 anys. Algunes de les persones amb DCL poden mantenir-se estables o tornar a la normalitat amb el temps, però més de la meitat progressen a la demència als 5 anys (2) convertint-se en una població de risc. A nivell farmacològic la Societat Espanyola de Geriatria i Gerontologia no recomana la prescripció d'inhibidors de l'enzim acetilcolinesterasa (IACE) per endarrerir la progressió del DCL a demència. Com a contrapartida, sí que es recomana les teràpies no farmacològiques (TNF) com a tractament. Entre les TNF s'hi troba la rehabilitació o estimulació cognitiva, que persegueix mantenir i estimular les diferents funcions superiors de manera que s'aturi o s'alenteixi el procés de deteriorament. Actualment els Serious Games (SG), o jocs terapèutics, es consideren una eina no-farmacològica prometedora per avaluar, entrenar o estimular les diferents funcions cognitives (3).

En el context socio-econòmic actual es veuen limitats els recursos destinats al serveis sanitaris i socials; l'ús de les noves tecnologies permet ampliar el ventall d'opcions terapèutiques arribant així a un major nombre de pacients i reduint de manera important el cost que genera. En aquesta línia, l'assoliment dels objectius terapèutics i

tecnològics plantejats en aquest projecte suposarà la materialització d'una nova eina apte per al manteniment de les funcions cognitives creada a partir de les adaptacions d'una aplicació ja existent, amb els beneficis econòmics i tecnològics que aporta l'optimització de recursos.

1.2. Marc teòric

1.2.1 Cognició

La rehabilitació cognitiva parteix de la base que tan en l'envelliment normal com en les demències està present, en major o menor mesura, la plasticitat cerebral, definida com la capacitat del cervell per reorganitzar els seus patrons de connectivitat neuronal reajustant així la seva funcionalitat. S'aprofita aquest fenomen per generar noves connexions neuronals, encara que l'efecte pugui ser limitat en algunes ocasions. Els efectes de la rehabilitació neuropsicològica estan condicionats per varis factors: tipus de deteriorament, edat, reserva cognitiva, factors genètics,... Focalitzar l'estimulació en les capacitats més conservades permet perseguir l'objectiu de millorar, paral·lelament, les més dèbils (4). Les principals funcions cognitives són l'orientació, l'atenció, la memòria, el llenguatge, les funcions executives, les pràxies, les gnòsies i les habilitats visoespaciales.

L'atenció s'acostuma a descriure com un ampli ventall d'habilitats, processos i estats cognitius. Les troballes més significatives en pacients amb dany cerebral són la disminució del temps de reacció i de la velocitat de processament de la informació a més de problemes en la concentració, distractibilitat, oblit i dificultat per a realitzar més d'una tasca al mateix temps. A més, l'atenció té un pes específic dins els processos mnèsics.

La memòria de treball representa un espai de treball mental que pot ser utilitzat de manera flexible per a realitzar activitats cognitives que requereixen processament, recuperació, emmagatzemament i presa de

decisions. La seva capacitat d'emmagatzemar es limitada i una sobrecàrrega suposa una pèrdua d'informació en una tasca contínua. (5).

La velocitat de processament de la informació es descriu com la velocitat a la que un individu és capaç de realitzar una tasca simple cognitiva. Una disminució progressiva en aquesta velocitat associada a l'edat pot considerar-se una mesura consistent del deteriorament cognitiu en el procés d'envelliment (6).

1.2.2. Tecnologia

La voluntat d'incorporar un objectiu terapèutic a les possibilitats que ofereix l'ús del joc i les noves tecnologies ha suposat la creació dels Serious Games (SG), que permeten treballar tan aspectes físics, com cognitius o socials i emocionals. Els SG representen un mètode motivant, sostenible i relativament econòmic per a millorar o, com a mínim, alentir l'inici dels dèficits en les funcions socials, sensomotors i emocionals (7).

S'amplien els àmbits d'aplicació a mesura que s'incorporen nous elements tecnològics que faciliten la interacció entre el jugador i el sistema. Entre d'altres, l'aparició al mercat de la consola Wii per part de Nintendo, que s'interacciona a través dels moviments de la mà o gestos corporals, o de Microsoft Kinect, que capta el moviment a través d'una càmera, van representar una innovació significativa ja que van incorporar un sistema que permetia a la persona interactuar amb la tecnologia d'una manera ecològica, és a dir, molt semblant a com es fa normalment. Destinar més esforços en recerca en el camp de noves tècniques d'interacció, sobretot en aplicades a la realitat virtual o a la realitat augmentada, als dispositius de so,... podria suposar un major enriquiment en l'experiència dels SG.

Actualment, en el context del deteriorament cognitiu, els SG són una opció per evitar la davallada de les funcions cognitives i per capacitar a la persona en el moment de desenvolupar activitats de la vida diària que estarien per sobre les seves capacitats. Permeten garantir la seguretat

de les persones amb deteriorament, mantenir actius els seus rols socials i les seves activitats de lleure i donar suport i tranquil·litat als cuidadors (8).

Alguns dels SG destinats a persones amb DCL han tingut els següents resultats (9):

Autor i any	Nom del SG	Principals resultats obtinguts
Stavros et al, 2010 (10)	Complete Brain Workout	Millora en atenció, en memòria verbal i en les activitats de la vida diària
Weybright et al, 2010 (11)	Nintendoo Wii Sports_Bowling	Millora en atenció i en la satisfacció personal durant la sessió
Mosimann et al., 2014 (12)	Novel SG	Millor rendiment en les funcions executives
Finn et al, 2011 (13)	Lumosity	Milloria en la majoria d'àrees cognitives i en l'estat efectiu encara que no de forma significativa

Taula 1: Serious Games i els seus resultats

En una revisió de Mc Callum i Boletsis (14) de la literatura sobre l'ús dels SG en alteracions neurodegeneratives els resultats indiquen que: (I) els jocs físics, també anomenats *exergames*, poden afectar de forma positiva diferents àrees de salut dels jugadors amb DCL o Demència Tipus Alzheimer (15) i el control motor voluntari (16); (II) Els jocs cognitius, que tenen per objectiu la millora d'aquestes funcions, ho poden fer sobre algunes com l'atenció i la memòria (10,11,13) i les habilitats visoespials (17); (III) Tan els jocs físics com els cognitius

milloren l'estat anímic i la sociabilitat ja que tenen un impacte positiu en les funcions socials i emocionals (18) i redueixen la depressió (19).

Malgrat aquestes dades prometedores, diferents estudis mostren que persones amb demència o altres alteracions similars, tenen dificultats en utilitzar els SG que actualment es troben al mercat. Es descriuen, entre d'altres, problemes per familiaritzar-se amb la tecnologia del joc o sentir vergonya al manipular les eines que han estat dissenyades per interactuar amb el joc. D'altra banda, alguns d'aquest jocs resulten ser massa exigents i inadequats per a la població d'edat avançada. Aquestes dificultats poden explicar-se perquè majoritàriament, els SG que s'utilitzen actualment han estat desenvolupats amb objectius lúdics i destinats a "usuaris típicament saludables".

El SG hauria de permetre que qualsevol jugador jugués al joc; des de jugadors ocasionals fins a habituals haurien d'aprendre del joc i gaudir-lo. Per a Chen, l'experiència com a jugador és descrita com un estat d'immersió total on els reptes encaixen perfectament amb les habilitats dels jugadors (20). Si el repte és massa elevat, fàcilment el jugador pot sentir ansietat o veure's frustrat; en el cas que sigui massa fàcil, el jugador pot considerar que és avorrit.

Per aconseguir aquest estat, el joc ha de presentar quatre elements: objectius clars, feedback constant, possibilitat de centrar-se en la tasca i possibilitat de completar la tasca. La gent gran prefereix que el joc tingui una dificultat adaptable i que el jugador rebi recompenses positives sovint per millorar la seva experiència de joc i fer-la agradable (21), requisits necessaris per garantir la fidelització al joc i afavorir l'assoliment dels objectius terapèutics.

La usabilitat es correlaciona amb l'aprenentatge quan aquesta s'aplica als SG (22). Una interfície no amigable pot molestar o fatigar i facilitar la tendència a restringir l'eficiència, la reducció de concentració en la tasca i fer augmentar la freqüència d'errors i interferir en l'aprenentatge (23).

Així doncs, mantenir alts nivells d'usabilitat en els SG pot considerar-se un pre-requisit per a l'assoliment dels objectius terapèutics (13).

1.3. Objectius

ActiveU_DCL neix amb la voluntat d'adaptar "Unlocked", un joc ja existent i comercialitzat destinat a població jove i sana, a les característiques de la població amb DCL mantenint-ne l'aspecte lúdic, modificant el contingut dels seus reptes per tal d'incorporar el component terapèutic-estimulatiu i adaptant-ne la usabilitat.

Unlocked es pot descriure com un joc ràpid, divertit, atractiu i desafiant. Considerant les seves característiques tècniques, entre les quals predomina l'exigència de velocitat de processament de la informació i l'habilitat motora, i davant la demanda de generar el menor nombre d'elements de nova creació es decideix orientar la versió terapèutica ActiveU_DCL vers la potenciació de funcions cognitives com l'atenció, la memòria de treball i la velocitat de processament.

1.3.1.Objectius generals

a) Adaptar un joc lúdic a joc terapèutic destinat a estimular les funcions cognitives (atenció, memòria de treball i velocitat de processament de la informació) de pacients amb Deteriorament Cognitiu

b) Valorar si hi ha millora en les funcions cognitives (atenció, la memòria de treball i la velocitat de processament de la informació), després de l'administració del joc terapèutic a persones amb diagnòstic de Deteriorament Cognitiu Lleu

1.3.2.Objectius específics

Es plantegen a dos nivells:

Tecnològics

I) Obtenir una aplicació que permeti assolir els objectius terapèutics amb els mínims canvis tecnològics respecte la versió lúdica

II) Dissenyar una aplicació que compleixi amb els requisits d'usabilitat resultants del test realitzat

Terapèutics

III) Adaptar els estímuls del joc per esdevenir exercicis en funció del tipus d'atenció

IV) Adaptar els estímuls del joc per esdevenir exercicis de memòria de treball

V) Adaptar els estímuls del joc per esdevenir exercicis de velocitat de processament de la informació

VI) Dissenyar una prova pilot per valorar els canvis cognitius després de l'administració del ActiveU_DCL

2. METODOLOGIA

L'estudi es va realitzar en 3 fases diferenciades que es descriuen breument a continuació:

Fase	Descripció	Objectius
1	Realització del test d'usabilitat Unlocked! Presentació de la versió d'Unlocked als subjectes que formen la mostra. Es realitzen tres sessions amb un descans de 5 minuts entre sessió. Un cop realitzades, el subjecte completarà l'escala de usabilitat dissenyada per a aquest estudi (annex 1).	I
2	Adaptació d'Unlocked a Prototip 1 ActiveU_DCL Aplicació del marc teòric sobre atenció proposat per Sohlberg i Mateer als diferents requisits tècnics del joc original tenint en compte les conclusions extretes del test d'usabilitat de l'anterior fase per elaborar el prototip1 a desenvolupar per l'empresa externa.	III, IV, V
3	Realització del test d'usabilitat al Prototip 1 ActiveU_DCL, execució pre-pilot i anàlisi El test d'usabilitat es realitza en les mateixes condicions que en la fase 1. Per a dur a terme el pre-pilot, es realitza una avaluació breu d'atenció i memòria de treball abans d'iniciar l'entrenament, que tindrà una durada d'unes 3 setmanes. Un cop finalitzat aquest període, es repetirà l'avaluació cognitiva realitzada inicialment. Es realitza un anàlisi del joc per descriure'l amb detall.	II, VI

Taula 2: Fases del projecte i relació amb els objectius

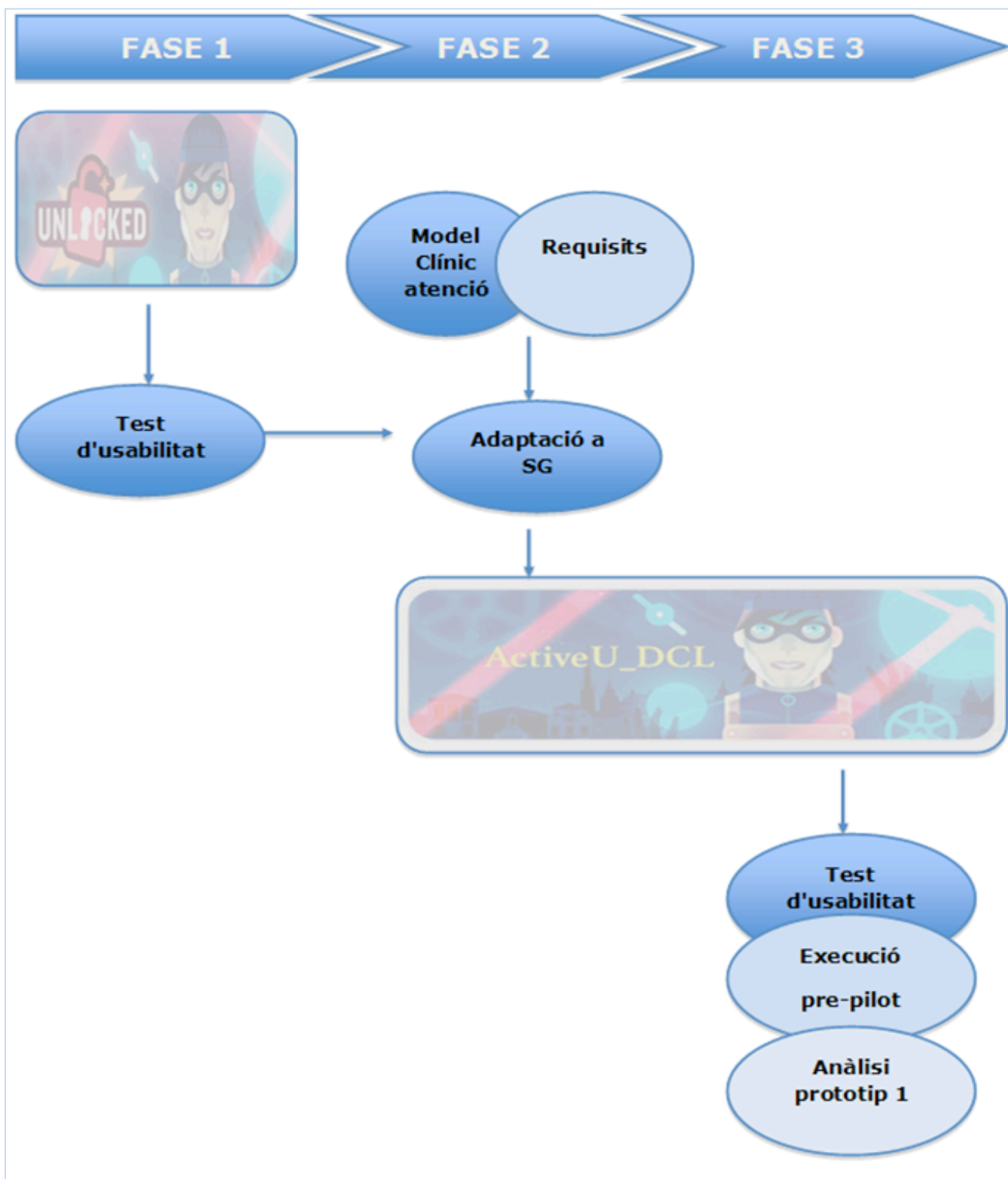


Figura 1: Fases i accions del projecte Font: Elaboració pròpia

2.1.Descripció de la mostra

La mostra, formada per un total de 17 subjectes, s'obté d'usuaris de l'Hospital de Dia Sant Llàtzer del Consorci Sanitari de Terrassa en el qual es realitza TNF per a persones diagnosticades de DCL i demència lleu. Per aquest estudi s'escullen els subjectes que des de la Unitat de Demències de referència han estat diagnosticats de DCL i compleixen les característiques d'inclusió. Els participants de la fase 1 queden exclosos de participar en la fase 3.

Nombre de participants
Fase 1: 6 subjectes Fase 3: 11 subjectes
Característiques
<ul style="list-style-type: none">• Criteris de inclusió<ul style="list-style-type: none">○ Fulla de consentiment informat aprovada pel Comitè Ètic, signada pel subjecte○ Edat entre 50 i 90 anys○ Diagnòstic de Deteriorament Cognitiu Lleu○ Valor de Mini Mental State Examination (MMSE) igual o superior a 24○ Puntuació en l'Escala global de demència de 0.5○ Capacitat suficient per llegir i escriure○ Estat mèdic i farmacològic estable durant 3 mesos consecutius immediatament abans del començament de l'estudi○ Absència d'anomalies clínicament significatives en la història clínica • Criteris de exclusió<ul style="list-style-type: none">○ Trastorns psiquiàtrics o mèdics en fase aguda○ Deficiència intel·lectual (Coeficiente Intel·lectual Premòrbid, Vocabulari, menor de 85)○ Disminució greu de l'agudesesa visual

- Historial o presència d'abús d'alcohol o altres drogues en els 24 mesos anteriors al estudi
- Negativa davant l'ús de noves tecnologies
- Existència de qualsevol situació que pogués fer al subjecte, segons l'opinió de l'investigador principal, inadequats per a l'estudi

Taula 3: Descripció de la mostra

2.2. Desenvolupament

FASE 1: Unlocked!: Descripció del joc i test d'usabilitat

Unlocked! situa al jugador en el rol d'un lladre que té com a missió recuperar una sèrie d'objectes valuosos situats en diferents edificis europeus emblemàtics. A banda d'aquests objectes concrets pot quedar-se amb la resta del botí, format per gemmes que troba en menor o major quantitat en funció del temps que tarda a superar el nivell. Per assolir el nivell cal obrir les portes interaccionant correctament amb tots els elements dins el temps que està definit.

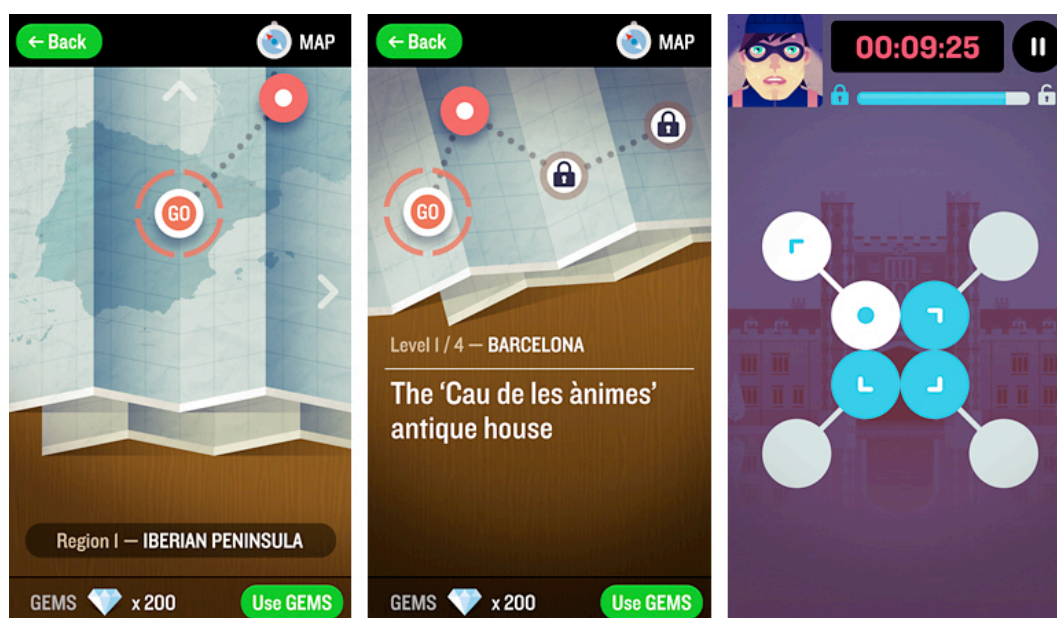


Figura 2: Estructura del joc (Zona geogràfica - Edificis - Nivell) Font: Periferia

Fins al moment, el joc només es troba disponible per al sistema operatiu IOS, tot i que en un futur es preveu estendre'l a Android. Al tractar-se d'un joc en dues dimensions es va optar per *COCOS 2D* com a llenguatge de programació definit com a: "Fast. Free. Easy to use. Community Supported". Per editar els diferents nivells es va utilitzar el *LevelHelper* com a framework .

En la realització del test d'usabilitat es va presentar el joc en la seva versió per a iPad a diferents subjectes amb les mateixes característiques que la població diana. L'objectiu era poder recollir les dificultats i

limitacions que tenien en el seu ús i analitzar-ne els resultats per poder aplicar-los en la versió pilot de l'ActiveU_DCL.

Per al test d'usabilitat es va utilitzar el "System Usability Scale" (SUS) (24) (Annex 1). Està formada per 10 ítems que cal valorar a través d'una escala Likert de 5 punts que va del "Totalment desacord" al "Completament d'acord". Aquests ítems aporten informació sobre diferents aspectes relacionats amb la usabilitat com poden ser la satisfacció, la necessitat de suport, la facilitat d'aprenentatge i el confort.

A més de la informació qualitativa que aporta el propi resultat de les afirmacions, pot obtenir-se un resultat final a través de multiplicar per 2'5 el sumatori resultant d'aplicar als ítems 1,3,5,7 i 9 un punt més que el marcat i restar el nombre marcat a 5 en les 2,4,6,8 i 10. McLellan, Muddimer i Camille Peres (25) van més enllà i descriuen rangs de puntuació per determinar el grau d'acceptabilitat del producte: No acceptable (0-64), Acceptable (65-85) i Excel·lent (85-100). Al tractar-se d'un joc amb objectius terapèutics es marca com a requisit l'obtenció del nivell d'excel·lència per a garantir-ne la usabilitat.

Donada la complexitat de les preguntes, una previsible dificultat a l'hora de comprendre-les i la poca experiència prèvia amb el dispositiu i la tecnologia en termes generals, les preguntes 5 i 6, referents a la consistència i la robustesa del joc, es van valorar a priori com a "3" per a tots els usuaris, com si "d'indiferent" es tractés.

L'escala SUS es va complementar amb una sèrie de preguntes de creació pròpia davant la necessitat de recollir altres dades qualitatives relacionades amb la mida dels elements, l'interès de la història, el temps disponible, la comprensió de les instruccions i les possibles aportacions.

Finalment, de forma quantitativa i a través de l'observació, es va recollir també el nombre de portes assolides respecte el total que conformaven el nivell utilitzat per al test d'usabilitat, obtenint dades respecte l'eficàcia i l'eficiència dels jugadors respecte el joc.

El test d'usabilitat es va realitzar als 6 subjectes després de fer 3 partides, amb 5 minuts de descans entre cadascuna d'elles. Inicialment es va plantejar com a qüestionari auto administrable però degut a les característiques de la mostra, que acostumen a presentar dificultats en la comprensió dels ítems i el seu sistema de valoració, va ser necessària l'ajuda de persones externes alienes al projecte.

FASE 2: Adaptació d'Unlocked a ActiveU_DCL

En el procés d'adaptació de l'Unlocked a ActiveU_DCL es van considerar tres aspectes diferenciats: a) el model clínic d'atenció, b) els resultats obtinguts del test d'usabilitat de la fase 1 i c) els requisits tècnics.

a) Model clínic d'atenció

Per abordar el component d'estimulació cognitiva, es va utilitzar com a referència el model clínic d'atenció proposat per Sohlberg i Mateer (26). Aquests autors proposen un model clínic format per 5 components d'atenció desenvolupats des de la base de la literatura, l'observació clínica i les queixes subjectives del pacients que s'organitzen de forma jeràrquica per nivell de dificultat.

Atenció focal	Habilitat per enfocar l'atenció a un estímul, que pot ser visual, auditiu o tàctil.
Atenció sostinguda	Capacitat de mantenir una resposta de forma consistent durant un període prolongat. Vigilància i memòria de treball.
Atenció selectiva	Capacitat per seleccionar, d'entre varies possibles, la informació rellevant per a processar o l'esquema d'acció apropiat (inhibint l'atenció d'uns estímuls mentre s'atén a uns altres).
Atenció alternant	Capacitat que permet canviar el focus d'atenció de forma successiva entre tasques que impliquen requeriments cognitius diferents. Suposa la flexibilitat cognitiva.
Atenció dividida	Capacitat per atendre a dos estímuls al mateix temps. Habilitat per a distribuir els recursos atencionals entre diferents tasques.

Taula 4: Model clínic d'atenció de Sohlberg i Mateer

A l'hora d'estructurar els diferents reptes que conformaven cada nivell es va seguir la metodologia proposada per Fernández-Guinea: iniciar la sessió administrant tasques senzilles que minimitzin la frustració i anar-ne augmentant progressivament la dificultat fins aproximadament la meitat i proposar de nou tasques relativament senzilles fins al final (27).

b) Consideracions resultants del test d'usabilitat

Les mesures implantades per resoldre les limitacions detectades en el test d'usabilitat de la fase 1 i tenint en compte les característiques de la població diana van ser:

Necessitat	Proposta solució
Eficiència: es requereix major temps per assolir els diferents nivells	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Creació d'un prototip amb 100 minuts de temps disponible per a poder monitoritzar la velocitat real d'aquesta població davant els reptes terapèutics i d'habilitat motora.
Comprensió instruccions i necessitat de suport: adaptació a les característiques cognitives dels jugadors	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Per facilitar la identificació amb el protagonista i mantenir el respecte a l'edat de la persona, s'usa la versió formal de la 2a persona del singular (Ex: Toqui les figures...) . Ús de llenguatge senzill i frases tan curtes com sigui possible. ➤ Instruccions clares i curtes, per facilitar-ne la comprensió i el record. ➤ Les primeres portes després d'una nova instrucció contenen ajuda visual per a ser resoltes correctament i facilitar l'èxit en les següents. Utilitzar els elements

	que són més intuïtius a l'hora de ser interaccionats.
<p>Satisfacció, motivació i aspectes de joc: cal mantenir la motivació per finalitzar el repte i repetir-lo en diferents ocasions per garantir els objectius terapèutics</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presència de missatges motivacionals felicitant els èxits i recompenses freqüents. ➤ Combinar reptes de diferent requeriment cognitiu i d'habilitat motora per evitar esgotament i minimitzar la frustració que poden generar les dificultats de rendiment en algun dels dos aspectes si aquest és constant. ➤ Mantenir la mida dels elements per garantir que hi puguin interaccionar fàcilment.

Taula 5: Propostes de solució per aplicar al prototip 1

c) Requisits tècnics

Els requisits tècnics (annex 2) van condicionar el disseny dels diferents reptes ja que limitaven les possibilitats a combinacions dels elements indicats i ús de les instruccions per oferir variacions.

La proposta de prototip d'ActiveU_DCL estava format per un nivell que contenia 10 reptes diferents amb exercicis d'atenció, capacitats visoespaials, memòria de treball, funcions executives i velocitat de processament (annex 3).

FASE 3: Test d'usabilitat ActiveU_DCL. Execució pre-pilot. Anàlisi Prototip1.

Al llarg d'aquesta fase es va realitzar: el test d'usabilitat al prototip 1 ActiveU_DCL (a), es va aplicar el pre-pilot dissenyat per a l'ocasió a un total d'11 subjectes (b) i es va realitzar un anàlisi final sobre quines eren les característiques que definien aquest prototip (c) .

a) Test Usabilitat ActiveU_DCL

Al igual que en la fase 1, es va procedir a realitzar un test d'usabilitat sobre el prototip 1. En aquesta ocasió es va fer sobre una mostra d'11 persones després de fer 3 partides amb cinc minuts de descans entre elles.

Es va utilitzar la mateixa escala de valoració (SUS) per poder establir comparacions i les mateixes preguntes de creació pròpia. Amb el prototip, enlloc de registrar el total de portes assolides respecte el total del nivell per valorar l'eficàcia, es van anotar els temps de les partides per observar si hi havia millores.

b) Execució pre-pilot

Es va realitzar un estudi quasi-experimental amb una mostra de 11 persones, totes elles usuàries d'un Hospital de Dia que ofereix teràpies no farmacològiques a persones que pateixen DCL o Demència lleu.

En primer lloc es va realitzar una avaluació breu d'atenció (Test de Dígit Directes WAIS-IV) i memòria de treball (Test de Dígit Inversos WAIS IV). En el cas de l'atenció, l'avaluador demana al subjecte que repeteixi unes sèries de números que progressivament són més llargues i anota quantes és capaç de repetir-ne correctament. Per a la memòria de treball, la indicació és dir-los en ordre invers al que l'avaluador ha indicat. Seguidament, els subjectes van iniciar la fase d'entrenament amb el prototip, que va tenir una durada de 3 setmanes amb un total de 12 sessions realitzades. Durant aquest període van entrenar dos dies a la setmana realitzant dues sessions senceres d'ActiveU_DCL amb 5 minuts

de descans entre cada sessió. Una vegada finalitzat el període d'entrenament, es va repetir la mateixa avaluació cognitiva que s'havia fet en el moment inicial.

En les darreres 4 sessions es van registrar els principals errors comesos per poder plantejar punts de millora en els següents prototips.

Totes les anàlisis estadístiques es van dur a terme utilitzant el programari Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versió 22.

S'han utilitzat tècniques no paramètriques degut a la grandària de la mostra. Es va realitzar una comparació de mitjanes de la puntuació total de l'escala d'usabilitat per a mostres independents, chi-quadrat per a comparar els ítems entre usabilitat d'Unlocked i ActiveU. Es va realitzar una comparació de mitjanes per a mesures repetides de les variables cognitives i del temps de la sessió, inclosa com a mesures d'eficiència. Totes les proves estadístiques es van realitzar usant un nivell de significació de 0.05 per acceptar o rebutjar les hipòtesis de treball plantejades.

c) Anàlisi Prototip 1

Juntament amb l'execució del pre-pilot es va realitzar una anàlisi del prototip 1 aplicant el model que plantegen Mader S. et al (28) en referència als SG. El resultat es considera útil per reflectir tots elements que segons el model hi intervenen i plantejar, a partir d'aquí, futures línies d'actuació i aspectes a incorporar o reconsiderar (Annex 4)

3. RESULTATS

La fase 1 estava dirigida a valorar la usabilitat del joc inicial en usuaris amb Deteriorament Cognitiu LLeu. En la fase 3 es va utilitzar el prototip ActiveU_DCL elaborat considerant les característiques de la mostra; se'n va valorar la usabilitat i també si es detectaven canvis cognitius després de ser usat com a entrenament estimulatiu.

Els resultats mostren les diferències observades entre ambdues fases.

3.1. Característiques dels subjectes

	FASE 1 (Unlocked!)					FASE 3 (Prototip 1)				
	N	Mínim	Màxim	Mitjana	SD	N	Mínim	Màxim	Mitjana	SD
Edat	6	74	87	78,5	4,848	11	51	87	72,18	10,458
Escolaritat	6	2	10	6,5	3,209	11	5	12	7,09	2,343
Mostra	6					11				

Taula 6: Dades de la mostra

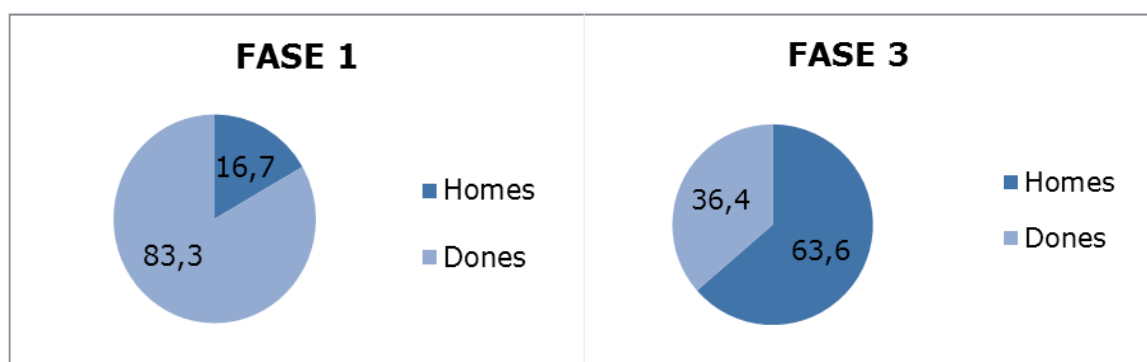


Figura 3: Percentatge segons sexe

	Nombre de subjectes amb contacte previ amb el dispositiu
Fase 1	0
Fase 3	2

Taula 7: Dades sobre contacte previ

La mitjana d'edat de la fase 1 era de 78,5 (SD:4,8) anys amb rangs compresos entre els 74 i els 87 anys. L'escolaritat mitjana era de 6,5 (SD:3,2) amb un màxim de 10 anys.

En la fase 3, la mitjana d'edat era de 72,18 (SD:10,4) anys amb un mínim de 51 i un màxim de 87 anys. En aquest cas, l'escolaritat mitjana era de 7,09 (SD:2,3), amb un mínim i un màxim superior als de la fase 1.

En referència al sexe, en la fase 1 un 83,3% eren dones mentre que en la fase 3 representaven el 36,4%.

Només dos subjectes dels que van participar a la fase 3 havien utilitzat anteriorment una tablet.

3.2. Resultats tecnològics

Els resultats de l'escala SUS van ser els indicats a continuació, on es pot observar que l'usabilitat en el prototip va ser lleugerament inferior respecte Unlocked! però dins dels límits d'acceptable (valors entre 65 i 85).

	Mitjana	Mínim	Màxim	Desviació típica
Fase 1	81,67	65	88	8,612
Fase 3	76,36	65	88	7,447

Taula 8: Resultats System Usability Scale

Les medianes obtingudes dels ítems d'usabilitat van ser les següents:

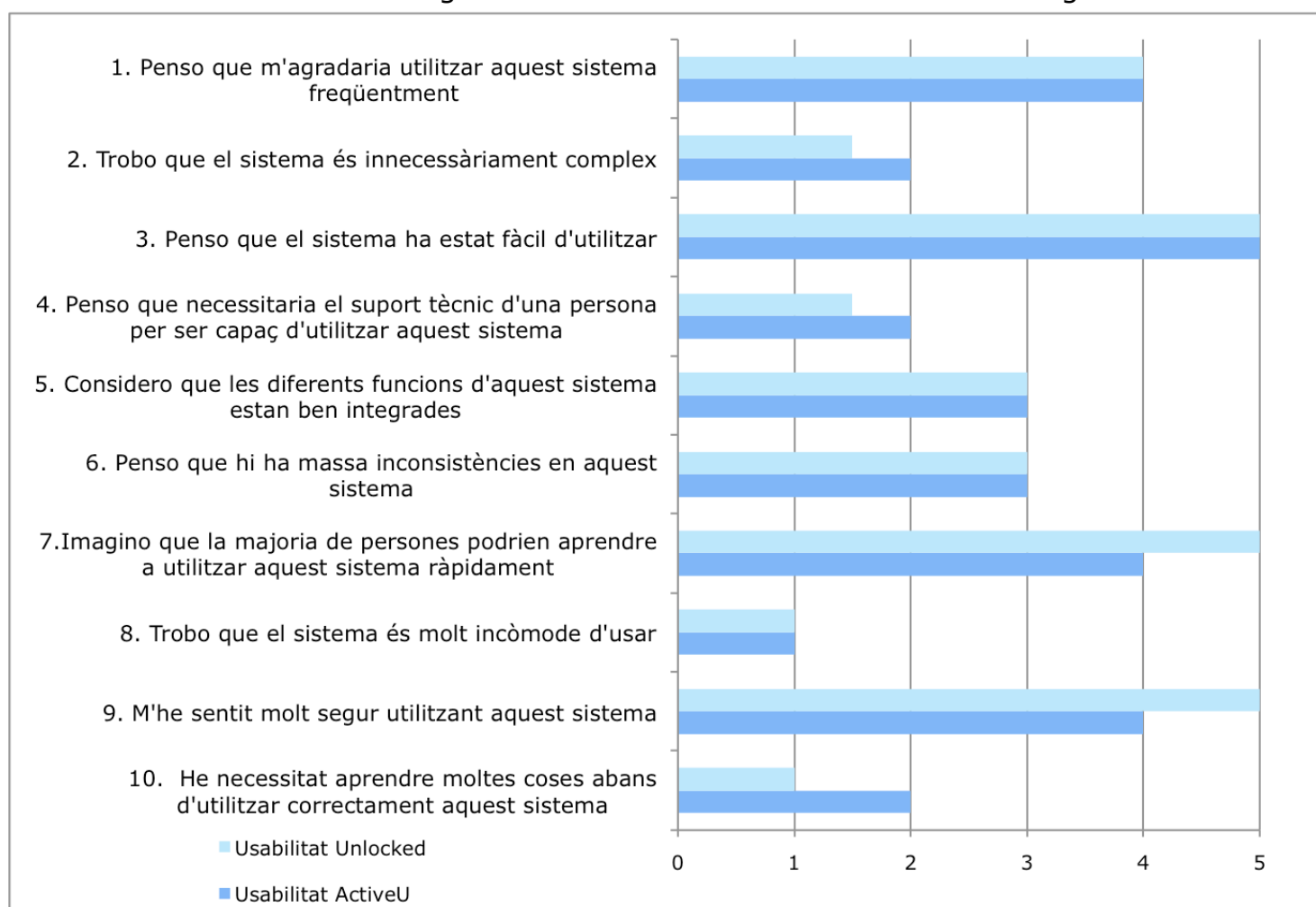


Figura 4: resultats obtinguts del SUS per ítem

La taula 14 mostra els resultats estadístics obtinguts dels diferents ítems (els corresponents al 5 i al 6 es van invalidar):

	Valor	gl	Sig. Asimptòtica (bilateral)
Ítem 1	1,346	3	0,718
Ítem 2	0,298	1	0,585
Ítem 3	0,069	1	0,793
Ítem 4	0,944	2	0,624
Ítem 7	3,766	3	0,288
Ítem 8	0,58	1	0,446
Ítem 9	0,701	1	0,402
Ítem 10	6,491	2	0,039*

* significació $p < 0,05$ Taula 9: comparació entre ítem SUS

Els resultats van indicar diferències estadísticament significatives en la pregunta 10, suggerint que en la fase 3 els subjectes valoraven haver necessitat aprendre més per poder jugar correctament. La resta d'ítems no mostren significació.

Dels ítems de creació pròpia se'n van obtenir els següents resultats:

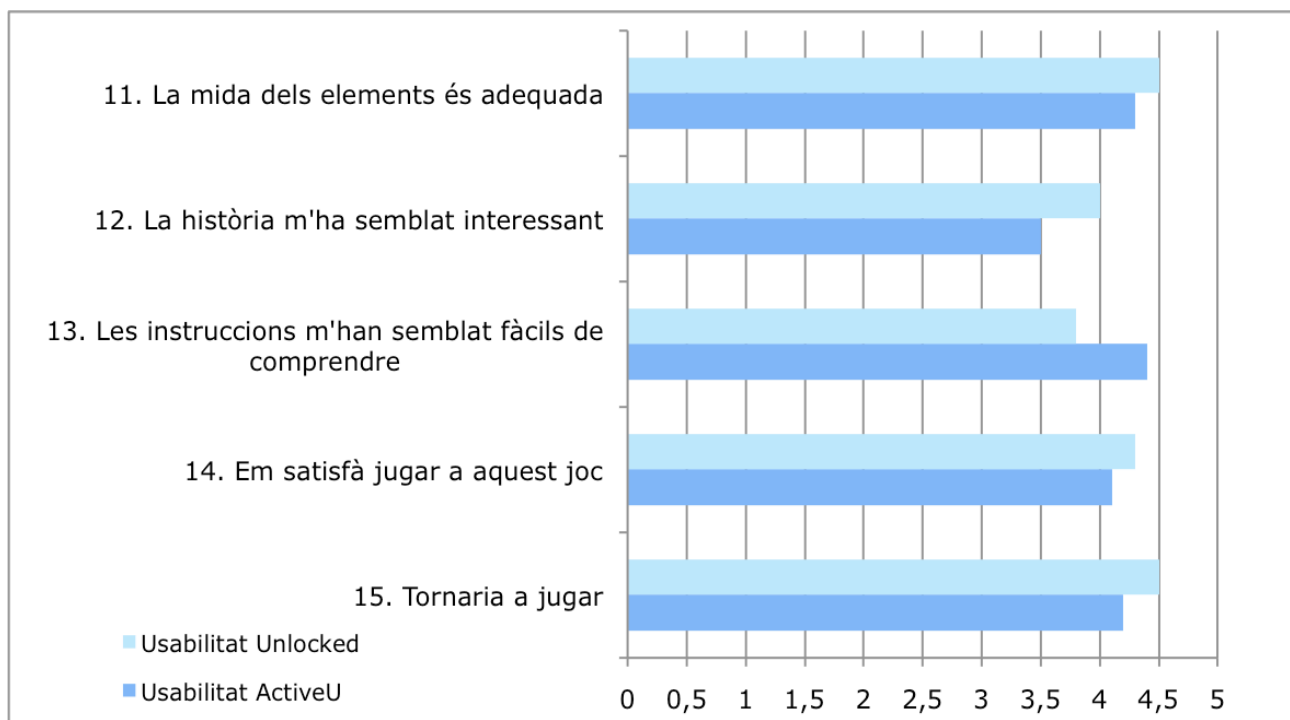


Figura 5: resultats obtinguts dels ítems de creació pròpia

	Valor	gl	Sig. Asimptòtica (bilateral)
Ítem 11	1,674	3	0,643
Ítem 12	4,176	2	0,124
Ítem 13	7,33	2	0,026*
Ítem 14	1,236	2	0,539
Ítem 15	1,283	2	0,526

* significació <0'05 Taula 10: comparació entre ítems de creació pròpia

Va resultar estadísticament significativa la diferència obtinguda en la pregunta 13, reflectint que en la fase 3 els subjectes consideren que les instruccions són més fàcils de comprendre.

El test d'usabilitat de la fase 1 es va realitzar provant un nivell format per 28 portes. Per valorar l'eficiència dels jugadors es va registrar el nombre de portes que cada usuari era capaç de resoldre dins el temps establert (1 minut) amb els següents resultats:

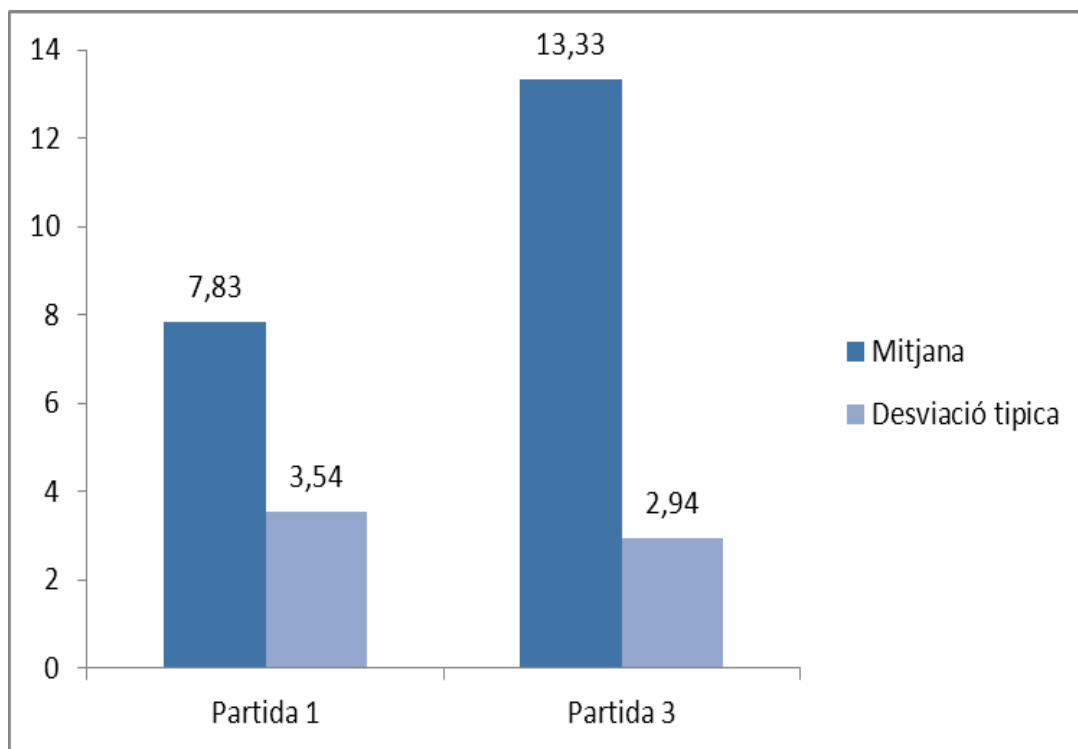


Figura 6: Portes resoltes en el test d'usabilitat d'Unlocked!

	Mitjana	Desviació típica	gl	Sig (bilateral)
Partida 1 - Partida 3	-5,5	1,517	5	0

Taula 11: diferència entre el nombre de portes superades entre la primera i la tercera partida.

Del total de 28 portes, de mitjana a la primera partida se'n van assolir 7,83 (SD 3,54) i a la tercera l'augment va ser de fins a 13,33 (SD 2,94).

Agrupant aquestes dades per facilitar la visualització dels resultats sobre l'usabilitat en va resultar:

Eficiència (Extret de les dades portes assolides/ portes totals i dels resultats sobre la velocitat de processament)

El temps predeterminat en Unlocked per aconseguir superar el nivell és molt inferior al necessari per la població diana. ActiveU millora l'eficiència; a banda d'oferir un temps indefinit per completar el nivell, s'observa com a través de l'entrenament, l'eficiència millora a mesura que millora la velocitat de processament i es va superant el procés d'aprenentatge en l'ús del dispositiu i dels mecanismes que conformen el joc.

Satisfacció (Ítems 1,14 i 15)

Tot i no haver-hi diferències estadísticament significatives, la puntuació obtinguda en aquest ítem és superior a 4, indicant que els subjectes es senten satisfets de jugar-hi, que ho farien freqüentment i que els agradaria repetir l'experiència.

Facilitat d'aprenentatge (Learnability) (extret dels ítems 4, 7 i 10)

El joc original obté millors valoracions sobre la percepció de facilitat amb la qual es podria aprendre a jugar i, al mateix temps, es valora una menor sensació de necessitar ajuda externa especialitzada. En ActiveU, que ja inclou els aspectes terapèutics, la necessitat d'ajuda és més valorada, es considera lleugerament més difícil aprendre a jugar-hi i es té més sensació de necessitar aprendre coses abans de poder jugar-hi correctament.

Complexitat (extret dels ítems 2,3)

Tan en Unlocked com en ActiveU, el joc és valorat com a senzill d'utilitzar.

Aspectes de joc (extret dels ítems 11,12 i 13)

Els dos jocs valoren els elements d'interacció d'una mida adequada per poder-hi interaccionar. Sobre la història que forma el fil argumental del joc, les valoracions són poc superiors al punt d'indiferència. S'obté significació estadística en referència a la comprensió de les instruccions, que són valorades més fàcils de comprendre en ActiveU que en Unlocked.

Confort (extret dels ítems 8 i 9)

Els resultats obtinguts no són estadísticament significatius però indiquen que les dues versions són còmodes d'usar i que es senten segurs utilitzant-lo.

Taula 12: resultats d'usabilitat agrupats

3.3. Resultats terapèutics

3.3.1. Atenció

	N	Mitjana	Desviació típica	Mínim	Màxim
Dígits directes pre	11	6,36	1,286	4	8
Dígits directes post	10	7	1,764	4	9

Taula 13: Resultats Dígits Directes WAIS

	Z	Significació asimptòtica (bilateral)
Dígits directes post - dígits directes pre	-1,406	0,16

Taula 14: Significació resultats dígits directes WAIS

Els resultats obtinguts no eren estadísticament significatius per indicar millora en el rendiment atencional.

3.3.2. Memòria de treball

	N	Mitjana	Desviació típica	Mínim	Màxim
Dígits inversos pre	11	5,18	1,079	4	7
Dígits inversos post	10	4,9	0,876	4	6

Taula 15: Resultats dígits inversos WAIS

	Z	Significació asimptòtica (bilateral)
Dígits inversos post - dígits inversos pre	-,966	0,334

Taula 16: Significació resultats dígits inversos WAIS

Els resultats obtinguts no van ser estadísticament significatius per indicar millora en la memòria de treball.

3.3.3. Velocitat de processament

	2 vs 1	3 vs 2	4 vs 3	5 vs 4	6 vs 5	7 vs 6
Z	-2,845	-2,224	-2,49	-0,801	-2,93	-2,49
Sig. asimptòtica (bilateral)	0,004	0,026	0,013	0,423	0,003	0,013

	8 vs 7	9 vs 8	10 vs 9	11 vs 10	12 vs 11
Z	-2,93	-1,33	-2,53	-0,051	-1,98
Sig. asimptòtica (bilateral)	0,003	0,182	0,011	0,959	0,047

Taula 17: Resultats i significació de la velocitat de processament

Els resultats van mostrar una tendència a millorar el temps d'execució necessari per a resoldre el nivell, amb diferències significatives en cadascuna de les sessions exceptuant la sessió 5 respecte la sessió 4, la sessió 9 respecte la 8 i la 11 respecte la 10.

El temps mitjà invertit per a completar cada sessió fou el següent:

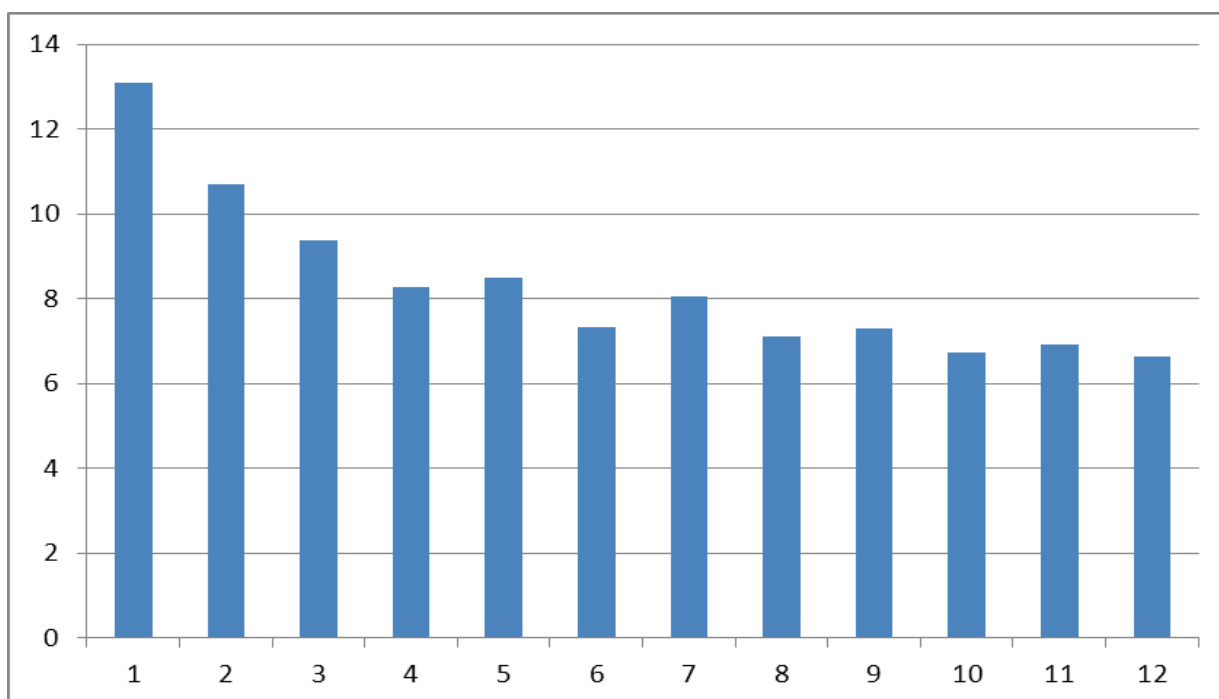


Figura 7: temps mitjà resultant de les 12 sessions

Es va obtenir una clara tendència a la baixa en el temps necessari per assolir el nivell en les 10 primeres sessions i estabilització en les darreres.

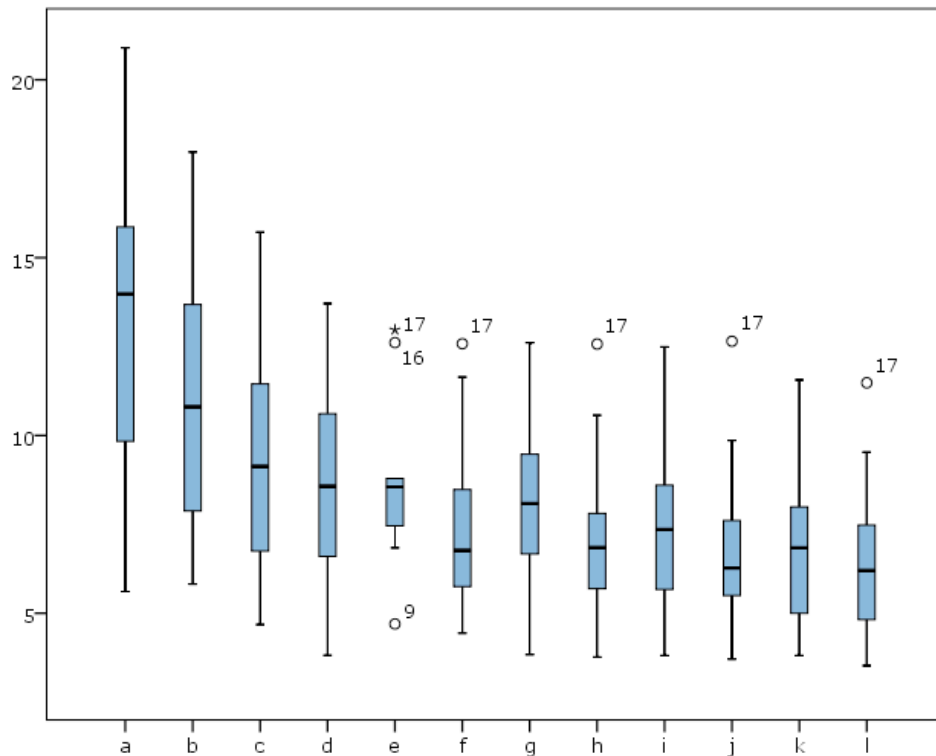


Figura 8: distribució normal, mínims i màxims de cada sessió.

Es va observar una millora significativa en el temps invertit per superar el nivell, essent la mitjana de la primera clarament superior a la darrera; també es va fer evident una disminució en els valors màxim mentre els mínims es van mantenir més estables. L'outlier observable en la imatge 5 concideix amb el subjecte de més edat.

3.3.4. Errors freqüents

Els principals errors que es van detectar en les 4 darreres partides van ser:

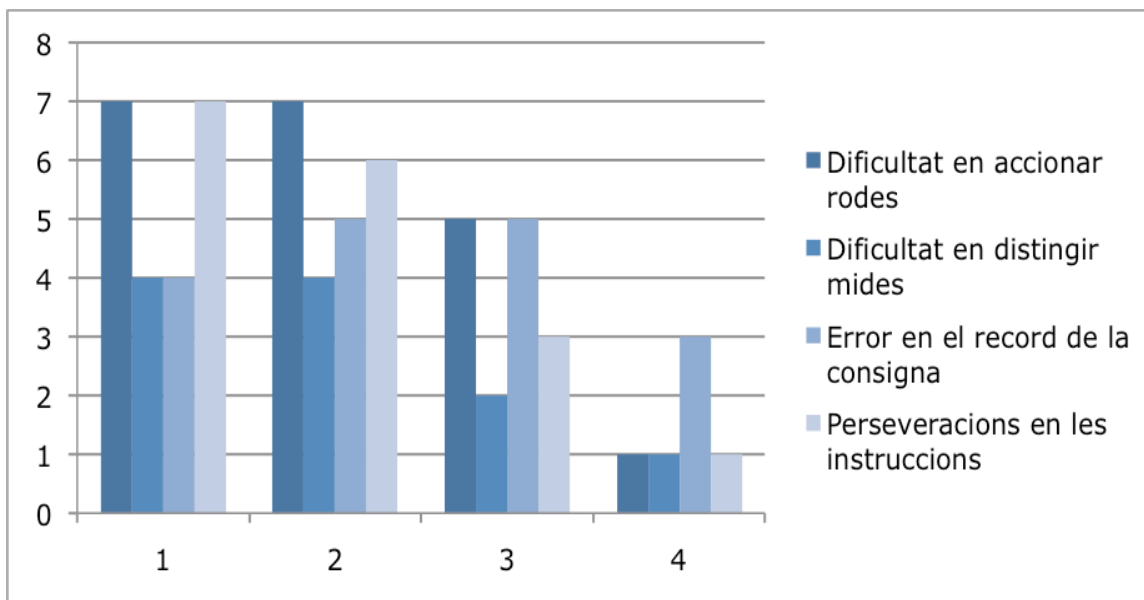


Figura 9: Relació d'errors més freqüents

Les principals dificultats es van donar en el moment d' accionar correctament les rodes, seguides dels errors per recordar de forma errònia la consigna i la perseveració en les instruccions. De forma global, els errors disminueixen a mesura que s'avança en les partides.

4. DISCUSSIÓ

Les persones que pateixen DCL es converteixen en un col·lectiu de risc a l'hora de desenvolupar una demència. Les investigacions demostren que no obtenen beneficis dels diferents tractaments farmacològics (29) i que la recomanació terapèutica es basa en el tractament no farmacològic per potenciar la plasticitat neuronal de les persones amb DCL (30).

L'objectiu d'aquest estudi era adaptar un joc purament lúdic a un de terapèutic per estimular les funcions cognitives, concretament l'atenció, la memòria de treball i la velocitat de processament i valorar si hi havia canvis en aquestes funcions cognitives un cop realitzat l'entrenament amb el prototip dissenyat, tenint en compte els resultats obtinguts del test d'usabilitat del producte inicial i realitzant el menor nombre de canvis tecnològics possible.

En referència als objectius tecnològics, els resultats van indicar canvis no significatius entre les dues versions exceptuant la sensació de necessitar més coneixements previs per utilitzar ActiveU_DCL i també que les instruccions éren més fàcils de comprendre en el prototip.

En la vessant terapèutica, els resultats no van mostrar diferències significatives en les àrees corresponents a l'atenció i la memòria de treball. Per contraposició, sí que es van observar millores significatives en la velocitat de processament, que disminuïa en tots els subjectes en la mesura que avançaven el nombre de partides realitzades.

Els resultats obtinguts en atenció i en memòria de treball no mostren un canvi significatiu després de l'entrenament de 3 setmanes de duració amb el prototip de joc ActiveU-DCL. La majoria d'estudis realitzats sobre l'entrenament cognitiu medeixen el seu resultat després de realitzar la TNF entre 4 i 50 setmanes (31,32,33,34). Com apunten els resultats del projecte Lumosity, la tendència és a una millora en el rendiment cognitiu de les diferents funcions cognitives però no de forma significativa (13).

Sobre la velocitat de processament i la millora que es va detectar en els resultats obtinguts, no s'han trobat referències bibliogràfiques per poder contrastar-los. Es fa evident, que hi ha un aprenentatge en l'ús del dispositiu que condueix a obtenir millors resultats com recolzen les dades obtingudes del nombre d'errors detectats, que disminueix a mesura que augmenta l'experiència del jugador. Robert P. et al (3) en les seves recomanacions a l'hora d'utilitzar els SG en persones amb deteriorament cognitiu o demència, entre d'altres, va destacar la manca de transferència de les habilitats adquirides durant l'entrenament al context de la vida real.

La majoria de subjectes tenen un nul contacte previ amb les noves tecnologies i una escolaritat relativament baixa; els estudis de Virvou M et al (35) apunten que aquests factors poden generar dificultats en la valoració de l'usabilitat. En les dues fases del projecte, els resultats obtinguts en les preguntes relatives a la satisfacció (pregunta 1, 14 i 15) la puntuació era molt similar tan en el joc original com en el prototip, essent lleugerament superior en el joc d'entreteniment Unlocked!, coincidint aquests resultats amb els obtinguts per Pinho et al (24) el 2011, al mateix temps que constaten la manca d'estudis rigorosos per comparar la usabilitat entre els jocs destinats a l'entreteniment i els de finalitats terapèutiques.

S'obté significació en la pregunta 13, indicant més facilitat en la comprensió de les instruccions en el prototip i reafirmant la validesa les solucions aplicades en la fase del seu desenvolupament (Taula 5).

La pregunta 7, 4 i 10, que valoren la sensació de ràpid aprenentatge en el seu ús, la necessitat d'ajuda externa especialitzada i la necessitat de tenir coneixements previs, van obtenir millors resultats en el prototip que en la versió terapèutica del joc; el fet d'incorporar el component terapèutic que fa que augmenti l'exigència cognitiva que es requereix per a superar-lo pot justificar-ho al mateix temps que corrobora que existeix

el component estimulatiu en ActiveU_DCL. La comoditat i la seguretat van resultar valorades com a positives, així com també la mida dels elements amb els quals calia interaccionar.

Limitacions del treball

Al llarg del desenvolupament d'aquest projecte es van detectar diverses limitacions. En primer lloc, el nombre de subjectes que formaven la mostra sobre la qual es van aplicar tant els tests d'usabilitat com l'entrenament amb ActiveU_DCL era molt petit.

En la valoració cognitiva per monitoritzar possibles canvis pre i post entrenament sobre l'atenció i la memòria de treball, caldria una utilitzar una valoració més exhaustiva i sensible que permetés detectar canvis més subtils i fer-la després d'un major temps de descans mental per evitar que la fatiga de la sessió interfereixi en els resultats obtinguts. D'altra banda, per valorar l'eficàcia de l'entrenament cognitiu haurien estat necessari aplicar-lo durant un nombre més llarg de setmanes, però degut a les limitacions temporals del treball no ha pogut ser així.

L'escala SUS, utilitzada en el test d'usabilitat de cadascuna de les fases conté preguntes de difícil comprensió per a subjectes amb DCL i, el fet d'estar formulades algunes en positiu i d'altres en sentit negatiu pot generar confusió en alguns casos. Donat que el producte inicial (Unlocked!) té una alta exigència en aspectes relacionats amb l'habilitat motora i velocitat de processament, els subjectes es queden molt lluny de poder completar amb èxit el primer nivell però, per no generar frustració en el moment de la prova, es va treure rellevància a aquest tema, de manera que no van tenir consciència de fracàs o de manca de temps. Conseqüentment, la valoració reflectida a l'escala SUS pot estar esbiaixada.

Propostes de millora i futures línies d'ocupació

- Ampliar el nombre de subjectes que formen la mostra i incloure-hi població més jove i amb més experiència en l'ús de dispositius tecnològics
- Explorar altres eines per valorar la usabilitat centrades en l'observació directe, per minimitzar els biaixos deguts a la manca de comprensió de les preguntes plantejades.
- Utilitzar valoracions cognitives més exhaustives i sensibles per detectar canvis en l'atenció, la memòria de treball i la velocitat de processament, després de realitzar un major nombre de sessions d'entrenament amb ActiveU_DCL.
- Aprofundir en aspectes lúdics com el fil argumental, el sistema de recompenses i penalitzacions, el feedback que rep el jugador i el manteniment de la motivació i establir una estratègia per incloure l'escalabilitat en el joc.
- Plantejar nous reptes cognitius incloent nous elements (diferents figures, color, text,...) un cop el temps disponible per a desenvolupar el joc no estigui tan limitat i definir quins són els paràmetres d'interès per generar un registre que permeti monitoritzar l'activitat realitzada (temps necessari per assolir cada repte, nombre i tipus d'errors, freqüència de joc,...)
- Dissenyar el procés d'implantació i avaluació de l'aplicació dins el context d'una organització sanitària

5. CONCLUSIONS

- Activeu DCL és una bona eina d'estimulació cognitiva amb resultats valorats com a satisfactoris pels usuaris.
- L'adaptació d'un joc lúdic a un de terapèutic seguint la metodologia exposada en aquest treball ha permès optimitzar aquesta tecnologia, ampliant el seu àmbit de aplicació.
- S'evidencia la necessitat de seguir desenvolupant nous prototips d'aquest joc on s'incorporin les modificacions exposades per millorar la seva usabilitat i funcions terapèutiques.

6. BIBLIOGRAFIA

- (1) Robles A., et al. : Propuesta de criterios para el diagnóstico Clínico del deterioro Cognitivo Ligero, la Demencia y la Enfermedad de Alzheimer.
- (2) Gauthier S., Reisberg B., et al. : Mild cognitive impairment. Volume 367, The Lancet. No. 9518, p1262-1270, 15 April 2006
- (3) Robert P. H., König A., Amieva H., Andrieu S., Bremond F., Bullock R.: Recommendations for the use of Serious Games in people with Alzheimer's Disease, related disorders and frailty. *Front. Aging Neurosci.* 6:54. 10.3389/fnagi.2014.0005
- (4) NeuronUP Marco teórico: Conceptos Generales (en línea). Disponible en: <https://www.neuronup.com/media/pdf/Theoretical_Framework_es.pdf>
- (5) Gathercole, S. E., & Alloway, T. (s. f.): Practitioner review: Short-term and working memory impairments in neurodevelopmental disorders : diagnosis and remedial support. *Journal of child psychology and psychiatry and allied disciplines*, 47(1), 4-15.
- (6) Bruna Rabassa O., Subirana Mirete J., Puyuelo Sanclemente M.: Velocidad de procesamiento de la información como medida para la valoración del deterioro cognitivo. Estudio preliminar.
- (7) Mc Callum, S.: Gamification and serious games for personalized health in *pHealth 2012*, eds B.Blobel, P.Pharow, and F.Sousa (Amsterdam:IOS PReSS BV), 85-96 (2012)
- (8) Wey S: One size does not fit all: person-centred approaches to the use of assistive technology; in M Marshall (ed): *Perspectives on Rehabilitation and Dementia*. London, Jessica Kingsley Publishers, 2006, pp 202–208.
- (9) Muscio C, Tiraboschi P, Guerra UP, Defanti CA and Frisoni GB.: Clinical trial design of serious gaming in cognitive impairment. *Front. Aging Neurosci.* :26, doi:103389/fnagi.2015.00026 (2015)
- (10) Stavros Z., Fotini K., Magda T.:Computer based cognitive training for patients with mild cognitive impairment (MCI). In: *Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments. PETRA 2010*, pp.21:1-21:3. ACM (2010)

- (11) Weybright E., Dattilo J., Rusch F.: Effects of interactive video game (Nintendo Wii) on older women with Mild Cognitive Impairment. *Therapeutic Recreation Journal* 44(4), 271-287 (2010)
- (12) Mosimann, U., Tarnanas, I., Dimitriadis, S., Laskaris, N., Bamidis, P., and Tsolaki, M. Serious gaming enhances cognitive function in MCI due to Alzheimer's disease. *Alzheimer's Dementia* 10, P922. doi: 10.1016/j.jalz.2014.07.135. (2014).
- (13) Finn M., Mc Donald, S.: Computerised cognitive training for older persons with mild cognitive impairment: A pilot study using a randomised controlled trial design. *Brain impairment* 12(3), 187-199 (2011)
- (14) Mc Callum, S., and Boletsis, C.: Dementia Games: a literature review of dementia-related Serious Game, in *Serious Games Development and Applications - Lecture Notes in Computer Science, Vol 8101*, eds M.MA, M.F. Oliveira, S. Petersen and J.B Hauge (Berlin; Heidelberg: Springer Publishing), 15-27. doi:10.1007/978-3-642-40790-1_2 (2013)
- (15) Padala K.P, Padala P.R, Malloy T.R, Geske J.A, Dubbert P.M, Dennis R.A, Garner K.K, Bopp M.M, Burke W.J., Sullivan D.H.: Wii-fit for improving gait and balance in an assisted living facility. A pilot study, *Journal of Aging Research*, 1-6 (2012)
- (16) Legouverneur G., Pino M., Boulay M., Rigaud A. :Wii sports, a usability study with MCI and Alzheimer's patients. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association* 7. S500-S501 (2011).
- (17) Yamaguchi H., Maki Y., Takahashi K. :Rehabilitation for dementia using enjoyable video-sports games. *International Psychogeriatrics* 23, 674-676 (2011)
- (18) Boulay M., Benveniste S., Boespflug S., Jouvelot P., Rigaud A.S.: A pilot usability study of MINWii, a music therapy game for demented patients. *Technology & Health Care* 19 (4), 233-246(2011).
- (19) Fernández-Calvo B., Rodríguez-Perez R., Contador I., Rubio-Santorum A., Ramos F.: Efficacy of cognitive training programs based on

new software technologies in patients with Alzheimer- Type dementia. *Psicothema* 23(1). 44-50 (2011).

(20) Chen, J. :Flow in games. MFA in Interactive Media, University of Southern California (2006)

(21) Imbeault F., Bouchard B., bouzouane A.: Serious games in cognitive training for Alzheimer's Patients.

(22) Xenos M., Papaloukas S., Kostaras N.: Games' Usability and learning- The Civilization Iv Paradigm. IADIS GET, Game and Entertainment Technologies, pp. 3-10, Algarve, Portugal, 2009.

(23) Pinho G., Battaglini C., Ventura A.C., Jacó R., Mendes M.G.: Usability of Serious Games for Health. Third International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, 2011.

(24) Brooke J. SUS-A quick and dirty usability scale

(25) McLellan S., Muddimer A., Camille Peres S. The effect of experience on System Usability Escala Ratings. *Journal of Usability Studies*. Vol. 7, Issue 2, February 2012, pp. 56-67

(26) Sohlberg MM., Mateer CA. Improving Attention and Managing Attentional Problems. Adapting Rehabilitation Techniques to Adults with ADD

(27) Fernández-Guinea, S. : Estrategias a seguir en el diseño de los programas de rehabilitación neuropsicológica para personas con daño cerebral. *Revista de Neurología*, 33, 373, 377.(2001).

(28) Mader S., Natkin S., Levieux G. How to analyse therapeutic games: The Player/Game/Therapy Model".

(29) Aisen P.S.: Treatment for MCI – is the evidence sufficient? *Neurology*, 70 (2008), pp2020-2021

(30). Schreiber M., Schneider R.: Cognitive plasticity in people at risk for dementia: optimising the testing-the-limits approach. *Aging Ment. Health*, 11 (2007), pp 75-81.

(31) Loewenstein DA, Acevedo A, Czaja SJ, Duara R.: Cognitive rehabilitations of mildly impaired Alzheimer disease patients on cholinesterase inhibitors. *Am J Geriatric Psychiatry* 2004; 12:395-402

(32) Bach D, Bach M, Böhmer F, Frühwald T, Grilc B.: Reactivating occupational therapy: method to improve cognitive performance in geriatric patients. *Age Ageing* 1995; 24:222-226

(33) Quayhagen MP, Quayhagen M., Corbeil R.R., Hendrix R.C., Jackson J.E., Snyder L., et al.: Coping with dementia: evaluation of four non-pharmacologic interventions. *Int Psychogeriatr* 2000;12:249-265

(34) Olazaran J., Reisberg B., Clare L., Cruz I., Peña-Casanova J., Del Ser T., Woods B. et al.: Eficacia de las terapias no farmacológicas en la enfermedad de Alzheimer: una revisión sistemática.

(35) Virvou M., Katsionis G., Manos K.: Combining Software Games with Educations: Evaluation of its educational effectiveness. *Educational Technology & Society*, vol8, no. 2, pp. 54-65 2005.

7. ANNEXES

7.1. ANNEX 1

System Usability Scale

	Molt desacord- Molt d'acord
1. Penso que m'agradaria utilitzar aquest sistema freqüentment	1-2-3-4-5
2. Trobo que el sistema és innecessàriament complex	1-2-3-4-5
3. Penso que el sistema ha estat fàcil d'utilitzar	1-2-3-4-5
4. Penso que necessitaria el suport tècnic d'una persona per ser capaç d'utilitzar aquest sistema	1-2-3-4-5
5. Considero que les diferents funcions d'aquest sistema estan ben integrades	1-2-3-4-5
6. Penso que hi havia massa inconsistències en aquest sistema	1-2-3-4-5
7. Imagino que la majoria de persones podrien aprendre a utilitzar aquest sistema ràpidament	1-2-3-4-5
8. Trobo que el sistema és molt incòmode d'usar	1-2-3-4-5
9. M'he sentit molt segur utilitzant aquest sistema	1-2-3-4-5
10. He necessitat aprendre moltes coses abans d'utilitzar correctament aquest sistema	1-2-3-4-5

Ítems de creació pròpia

	Molt desacord- Molt d'acord
11. La mida dels elements és adequada	1-2-3-4-5
12. La història m'ha semblat interessant	1-2-3-4-5
13. Les instruccions m'han semblat fàcils de comprendre	1-2-3-4-5
14. Em satisfà jugar a aquest joc	1-2-3-4-5
15. Tornaria a jugar	1-2-3-4-5
Aportacions	

7.2. ANNEX 2

REQUISITS TÈCNICS

VARIABLES BÀSIQUES DISPONIBLES

- Temps límit: menys temps implica més dificultat
- Nombre de portes per nivell: més portes suposa major dificultat
- Nombre de reptes per porta: més reptes, més dificultat. L'ordre de resolució pot ser:
 - Condicionat: de manera que s'hagi de fer exactament en l'ordre que s'ha establert i si no és així cal començar de zero
 - No condicionat: on l'ordre és indiferent i no es reinicia en cas d'equivocar-se.

MODIFICACIONS NO ASSUMIBLES

- Ús de diferents formes geomètriques o colors que els indicats a continuació
- Aplicació de text als elements
- Aplicació de penalitzacions quan es donen errors

ELEMENTS D'INTERACCIÓ

Taps



La mida és configurable; la forma geomètrica no.

El nombre de taps per resoldre a cada repte és variable en funció de la mida dels diferents elements.



Slides

Poden ser de mida gran o petita. Es pot configurar el sentit modificant l'angle de col·locació.



Lockers



Es pot configurar perquè hi hagi un sentit de gir pre-establert (amb ajuda visual a la pantalla) o bé que aquest sigui indiferent. També és configurable el nombre de voltes a fer per donar com a resultat el repte.



Levers

Es pot configurar l'angle inicial; a més, el sentit pot configurar-se com a indiferent o bé predeterminedar-lo (en aquest cas, hi ha ajuda visual)



Portes

Element d'interacció més senzilla. Sempre es troba en vertical. Pot resoldre's fent contra-pinça amb dos dits o bé amb els dos dits índex accionant del centre cap enfora.

7.3. ANNEX 3



REPTE 1

Toque una vez cada figura		
		Buen entrenamiento Sigue así!!

REPTE 2








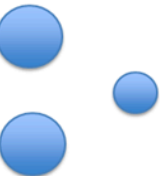

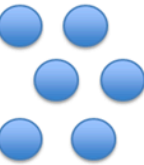
Toque SOLAMENTE las figuras pequeñas		

Ajudavísible
 Els números entre parèntesi no s'han de veure

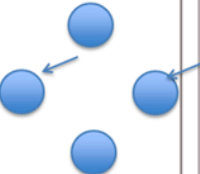

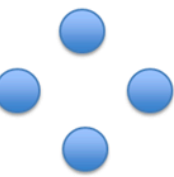
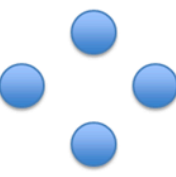
REPTE 3

Toque una vez cada figura		Gire la rueda tantas veces como se indica			
			Bien hecho. Vamos a complicarlo un poco más...		

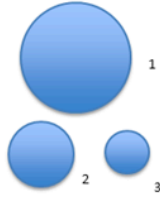

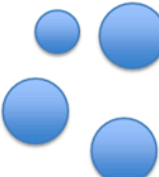

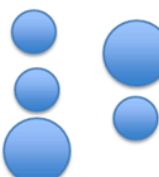

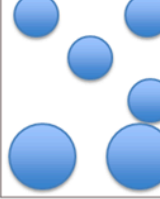
REPTE 4

<p>Toque una vez cada figura. Recuerde cuantas hay</p>		<p>Gire la rueda tantas veces como figuras ha tocado</p>	 <p>(6)</p>		 <p>(2)</p>
 <p>1</p>		 <p>(4)</p>	<p>¡Bien hecho! Seguimos</p>		
	 <p>(3)</p>				

REPTE 5

<p>Toque SOLAMENTE las figuras que marcan las 9 y cuarto (9'15h)</p>		<p>Toque SOLAMENTE las figuras que marcan las 12 y media (12'30h)</p>
	<p>Toque SOLAMENTE las figuras que marcan las 6 menos cuarto (5'45h)</p>	
<p>Toque SOLAMENTE las figuras que marcan las 3 y media (3'30h)</p>		<p>¡Seguimos!</p>

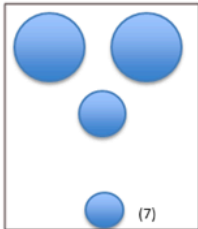
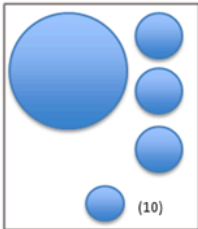
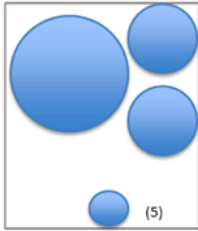
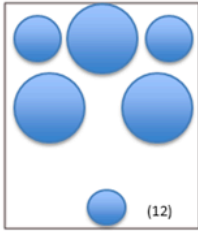
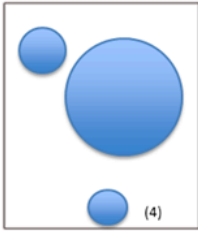
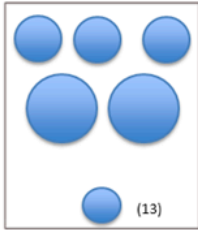
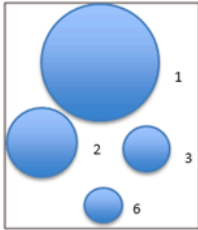
REPTE 6

<p>Toque las figuras grandes 1 vez, las medianas 2 y las pequeñas 3</p>		
		
		

REPTE 7

Toque las figuras grandes 1 vez, las medianas 2 y las pequeñas 3.

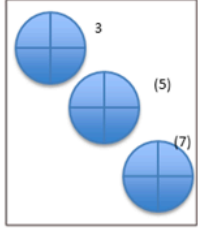
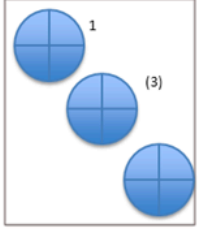
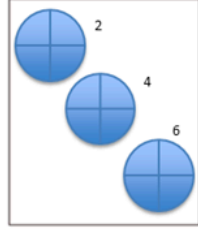
Tocar la figura de tamaño más pequeño la suma de todos los anteriores



¡Así se hace, prueba superada!

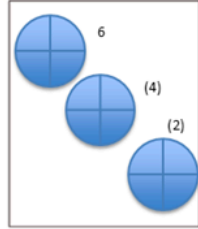
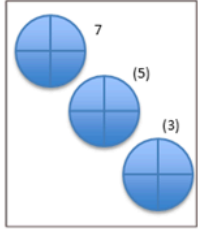
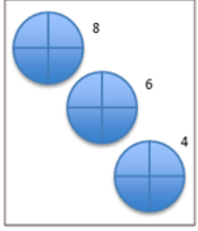
REPTE 8

Gire la primera rueda el número de vueltas indicadas. Cada una de la siguiente debe girar 2 MÁS que la anterior



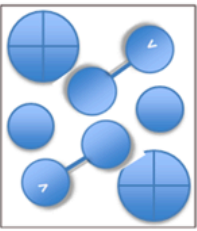
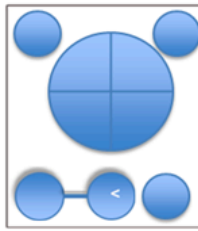
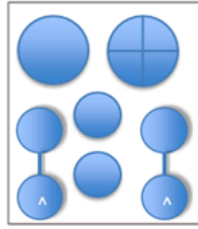
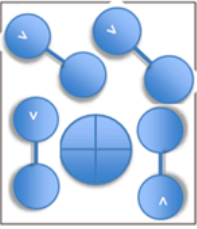
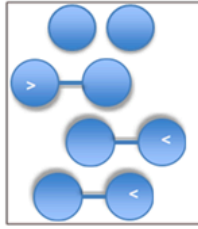
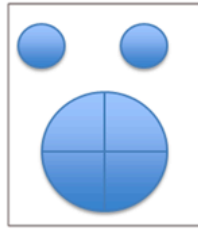
REPTE 9

Gire la primera rueda el número de vueltas indicadas. Cada una de la siguiente debe girar 2 MENOS que la anterior



REPTE 10

Accione los distintos elementos



7.4. ANNEX 4

The "Player/ Game / Therapy" Model

(* = més informació en la resta del treball)

TERÀPIA (Therapy)

- **Valors terapèutics esperats a curt termini (Expected short-term therapeutic value) ***

La major part dels reptes tenen com a objectiu potenciar la memòria de treball, l'atenció i les funcions executives. La velocitat de processament de la informació i l'habilitat motora també s'hi veuen implicada de forma inherent. En el prototip 1 d'ActiveU_DCL s'observen canvis significatius en la velocitat de processament.

- **Valors terapèutics esperats a llarg termini (Expected long-term therapeutic value) ***

A llarg termini s'espera que l'administració del joc permeti alentir el deteriorament de l'atenció, la memòria de treball i la velocitat de processament, que poden veuen afectades en cas de DCL.

- **Evidència científica (Scientific proof of efficiency)***

Segons Mc Callum i Boletsis, està demostrat que els SG tenen un efecte positiu sobre el dèficit cognitiu. Per a saber quina és la durada d'aquest efecte o si aquest és transferible a les activitats de la vida diària calen més investigacions.

- **Referències científiques (Scientific references)***

Algunes de les fonts científiques consultades indiquen que hi ha un buit important a l'hora de demostrar l'eficàcia real dels SG per manca d'estudis rigorosos i fiables. (Robert et al, 2014). Projectes com el Lumosity o el Complete Brain Workout han obtinguts millores en les mateixes funcions que les implicades en aquest projecte.

JUGADOR (Player)

- **Rang d'edat (Age range)**

Entre 50 i 90 anys

- **Gènere (Gender)**

Indiferent

- **Condicions específiques (Particular conditions)***

Persona diagnosticada de DCL, en qualsevol de les seves variants. Es caracteritza per un deteriorament de les habilitats cognitives, d'una forma superior a la que s'esperaria en l'envelliment normal però no amb una severitat suficient com per ser categoritzat com a demència. Poden haver-hi problemes de memòria i/o bé altres alteracions com dificultat per planificar, comprendre instruccions o recordar-les.

- **Habilitats (Abilities)***

Donada la necessitat d'interaccionar a nivell motor amb diferents elements que la persona visualitza, és un motiu d'exclusió el dèficit visual greu o la presència d'alteracions del sistema nerviós que puguin afectar la mobilitat de les extremitats superiors i el correcte control motor. És necessari mantenir la capacitat lectora per comprendre les instruccions i interaccionar correctament amb el joc.

JOC (Game)

- **Sistema d'entrada (Input System)**

El jugador interactua amb el joc a través d'una tablet o un smartphone, ambdós només per IOS. L'usuari ha d'interaccionar amb diferents elements amb precisió motora i rapidesa. Per a les dimensions de cadascun dels dispositius, l'experiència de joc és més confortable utilitzant l'Ipad.

- **Sistema de sortida (Output System)**

La informació que rep l'usuari a nivell visual pot ser a través d'animacions sense interacció que van desenvolupant el fil argumental del joc o permeten ubicar geogràficament on transcorre l'acció; hi ha també ajudes visuals per facilitar l'aprenentatge de com interaccionar amb dels diferents elements, el sentit en que s'han d'activar o bé per indicar que el temps s'està esgotant. A nivell auditiu, el joc inclou música rítmica que estimula la velocitat en el moment d'assolir els reptes o aporta més tranquil.litat però mantenint la tensió quan es desenvolupa el fil argumental.

- **Objectius (Goals)**

L'objectiu a curt termini respon a la necessitat d'obrir les diferents portes amb el menor temps possible per obtenir més gemmes, desbloquejar l'accés a altres indrets i per tant, poder aconseguir nous botins. Per fer-ho, cal seguir les instruccions i resoldre correctament els reptes plantejats amb la voluntat d'estimular l'atenció i la memòria de treball. L'objectiu general és aconseguir passar per tots els nivells fins a aconseguir robar tots els objectes valuosos que han estat encarregats de ser robats.

- **Feedbacks**

Les recompenses positives es donen quan s'assoleix passar totes les portes d'un nivell. El prototip 1 només inclou un nivell de temps il.limitat, per la qual cosa sempre s'assoleix l'objectiu de superar-lo. Mentre es van superant els diferents nivells, a la part superior de la pantalla hi ha la imatge del protagonista, visualitzant estar neguitós quan inverteix molt temps en un repte. Un cop superat cadascun dels reptes, apareix un missatge de felicitació juntament amb la imatge el protagonista amb posat de satisfacció. No hi ha feedbacks que

indiquin o quantifiquin els errors més enllà de la pròpia penalització pel temps invertit mentre s'està cometent.

- **Puntuació (Score)**

La puntuació ve predeterminada per un algoritme que assigna gemmes en funció del temps invertit. A mesura que es tinguin dades sobre el temps mitjà invertit per resoldre els diferents nivells, es podrà incloure en el prototip un sistema de puntuació més elaborat.

- **Dificultat (Difficulty)**

El nivell de dificultat no és elegible per part del jugador. Els reptes inicials són de menor dificultat i aquesta va augmentant fins a la meitat del nivell i posteriorment torna a disminuir el nivell d'exigència cognitiva requerida. Seguint la línia del joc inicial, en els propers prototips, quan es supera un nivell se'n desbloquejarà un de nou. Fins que el jugador no tingui les habilitats suficients per a superar una cert grau d'exigència, no serà capaç de desbloquejar nivells de més dificultat. La dificultat vé donada per l'exigència cognitiva dels diferents reptes que conformen cada nivell i per la necessitat d'aplicar aprenentatges fets en anteriors nivells disposant progressivament de menys ajuda.

- **Variabilitat (Variability)**

La seqüència d'accions és invariable dins un mateix nivell de manera que només hi ha variacions quan s'han desbloquejat varis nivells. Un cop el nivell està desbloquejat, pot accedir-s'hi el nombre de vegades que es desitgi, de manera que en cas de quedar bloquejat i tenir dificultats per avançar, el jugador pot "re-entrenar-se" realitzant els nivells previs. La presència d'ajudes que permeten obtenir més temps ofereix l'oportunitat de modificar l'estratègia sempre havent de resoldre els diferents reptes a una velocitat ràpida.

- **Usabilitat (Usability)**

El joc no ha requerit coneixements previs sobre l'ús dels dispositius esmentats ni un aprenentatge previ ja que és molt intuïtiu gràcies a la simplicitat dels elements i a les ajudes visuals que hi pugui haver. Ha estat valorat com una experiència satisfactòria, segura i confortable. Requereix que la persona tingui

preservada la funcionalitat en les extremitat superiors i tingui un mínim d'escolaritat per poder llegir i comprendre les instruccions. Un cop s'indiquen , els primers reptes sempre ofereixen ajuda visual per facilitar-ne la seva comprensió i poder-la transferir a les següents.

- **Efectes secundaris positius esperables (Expected positive side-effects)**

A més de la millora en atenció i memòria de treball el joc compleix com a eina d'entreteniment ja que la gran majoria dels jugadors, refereixen voluntat de repetir l'experiència. El fet d'utilitzar un dispositiu fins al moment desconegut per a la majoria dels jugadors, pot generar certa curiositat i ampliar la seva ocupació gràcies al ventall de possibilitats que ofereix. Encara que no s'ha valorat, es creu que el seu estat anímic tendeix a millorar.

- **Altres aplicacions terapèutiques (Reported serious uses)**

Pot utilitzar-se en qualsevol patologia que requereixi estimulació cognitiva (TDAH, esquizofrènia, demència lleu) o com a eina per prevenir el deteriorament cognitiu en població sana.

RELACIONS SUBJACENTS (Underlying relations)

- **Jugador / Teràpia (Player/therapy)**

Amb la teràpia realitzada del prototip 1 s'ha volgut valorar si hi ha millores en el rendiment en atenció basal, memòria de treball i velocitat de processament dels jugadors. Només en aquesta darrera s'han obtingut millores estadísticament significatives. Per a la resta de funcions caldrà esperar a noves versions que incorporin altres reptes dissenyats amb l'objectiu d'ampliar les funcions a estimular i realitzar la teràpia durant un període més llarg de temps per poder observar canvis significatius.

- **Joc / Teràpia (Game / Therapy)**

El prototip 1 s'aplica com a complement a les TNF ja existents dins el programa terapèutic d'un Hospital de Dia. A l'inici es comptarà amb la presència d'una terapeuta que, de forma progressiva, anirà retirant l'ajuda que ofereix en la mesura que augmenti la seguretat i la pràctica dels jugadors. La versió final d'ActiveU_DCL serà d'ús individual per part de cadascun dels jugadors en el seu domicili utilitzant el seu dispositiu personal (iPad o iPhone).

- **Jugador / Joc (Player / Game)**

El jugador es mostra satisfet de jugar i és capaç de resoldre els reptes proposats en el prototip 1. Que sigui molt limitat el nombre de reptes de què disposa no potencia la motivació a realitzar més de 2 partides durant la sessió, ja que en aquest cas es tracta de simples repeticions. D'altra banda però, es mostren còmodes amb el joc i el dispositiu encara que per a molts sigui aquest el primer contacte.

9. ÍNDEX DE TAULES

Taula 1: Serious Games i els seus resultats	Pàgina 7
Taula 2: Fases del projecte i relació amb els objectius	Pàgina 11
Taula 3: Descripció de la mostra	Pàgina 13
Taula 4: Model clínic d'atenció de Sohlberg i Mateer	Pàgina 18
Taula 5: Propostes de solució per aplicar al prototip 1	Pàgina 19
Taula 6: Dades de la mostra	Pàgina 23
Taula 7: Dades sobre el contacte previ	Pàgina 23
Taula 8: Resultats System Usability Scale (SUS)	Pàgina 25
Taula 9: Comparació entre preguntes SUS	Pàgina 26
Taula 10: Comparació entre preguntes creació pròpia	Pàgina 27
Taula 11: Diferència de portes superades entre 1a i 3a partida	Pàgina 28
Taula 12: resultats d'usabilitat agrupats	Pàgina 29
Taula 13: Resultats Dígit Directes WAIS	Pàgina 31
Taula 14: : Significació resultats dígit directes WAIS	Pàgina 31
Taula 15: Resultats Dígit Inversos WAIS	Pàgina 31
Taula 16: Significació resultats dígit inversos WAIS	Pàgina 31
Taula 17: Resultats i significació velocitat de processament	Pàgina 32

10. ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1: Fases i accions del projecte	Pàgina 12
Figura 2: Estructura del joc	Pàgina 15
Figura 3: Percentatge segons sexe	Pàgina 23
Figura 4: Resultats obtinguts del SUS per ítems	Pàgina 25
Figura 5: Resultats obtinguts dels ítems de creació pròpia	Pàgina 26
Figura 6: Portes resoltes en el test d'usabilitat Unlocked!	Pàgina 27
Figura 7: Temps mitjà de les 12 sessions	Pàgina 32
Figura 8: Distribució normal, mínims i màxims de cada sessió	Pàgina 33
Figura 6: Relació d'errors més freqüents	Pàgina 34

