

# Videojocs educatius: millores d'una plataforma per a l'anàlisi de les estratègies utilitzades a un joc tipus Tower Defense.

David Domènec Guiu Aula

**Resum** - Aquest treball busca canviar la perspectiva d'aprenentatge de les matemàtiques d'avui en dia. Les noves tecnologies obren una ample ventall de possibilitats que es poden utilitzar per canviar les metodologies d'aprenentatge actuals. L'objectiu principal del projecte consisteix en crear un entorn lúdic on els estudiants adquireixin coneixements mitjançant un joc Tower Defense per ajudar a reforçar càlculs d'estimacions, probabilitats, anàlisi geomètric i de situacions possibles. El projecte parteix d'una plataforma creada. Durant el procés del projecte l'objectiu principal es centra en adaptar la plataforma existent per complir l'objectiu educatiu. La plataforma disposa de diferents sistemes de joc amb gràfics en temps real que permeten analitzar la situació en cada instant. Aquest treball permet a l'estudiant adquirir coneixements indirectament de forma lúdica.

**Paraules clau** – Entorn de desenvolupament Unity; Gràfiques en temps real; Llenguatge de programació C#; Plataforma tipus Tower Defense.

**Abstract** - This work seeks to change the perspective of learning mathematics today. New technologies open up a wide range of possibilities that can be used to change the current learning methodologies. The main objective of the project is to create a fun environment where students acquire knowledge through a Tower Defense game to help reinforce calculations of estimates, probabilities, geometric analysis and possible situations. The starting point of the project was a created platform. During all the process the main objective is to adapt the existing platform to achieve the educational objective. The platform has different game systems with real-time graphs to analyze the situation at each moment. This work enables students to indirectly acquire knowledge in a fun way.

**Index terms** - Unity development environment; Graphs in real time; C # programming language; Platform Tower Defense type.



## 1 Introducció

Avui en dia els alumnes de les escoles es troben en un món 2.0. La rapidesa amb la que progressen les tecnologies porta a plantejar noves formes d'utilitzar-les. En aquest sentit fixem amb el model educatiu actual on el marc educatiu consisteix en instruir als alumnes en la matèria mitjançant llibres de text. Es comencen a introduir ordinadors portàtils a les aules per aconseguir fomentar un major interès en els alumnes que els faciliti i motivi el seu aprenentatge.

El projecte pretén crear un entorn educatiu on els estudiants puguin adquirir coneixements, en temps real, fer que els estudiants millorin els seus conceptes matemàtics mitjançant càlculs d'estimacions, probabilitats, anàlisi geomètric i anàlisi de situacions.

L'aprenentatge es vol aconseguir mitjançant la utilització d'un canal lúdic, i fent ús de les noves tecnologies, es vol motivar als estudiants a conscientment i inconscientment adquirir els coneixements mencionats amb anterioritat mitjançant un joc. Aquest joc consistirà en un Tower Defense reformat i adaptat per ser educatiu..

El projecte amplia un altre projecte ja existent realitzat amb anterioritat. Es pretén millorar aspectes que van quedar pendents per així poder potenciar-ne el seu ús. Aquestes millores consisteixen a nivell bàsic en:

- Augmentar els nivell del joc.
- Crear nous gràfics més detallats.
- Crear diferents estils de joc.
- Crear un entorn més amigable per als usuaris.

Per aconseguir aquestes millores s'utilitzarà un Tower Defense existent, el qual no es va crear amb una intenció educativa. Aquest sistema es modificarà per aconseguir les millores que es pretenen de l'anterior projecte, satisfent les millores bàsiques.

Durant el transcurs del projecte es volen complir catorze objectius classificats en tres categories: objectius crítics, objectius privats i objectius secundaris. Els objectius crítics s'han de complir al projecte, sense ells no es pot considerar un final de projecte satisfactori. Aquests catorze objectius classificats per la seva categoria són:

Objectius crítics:

- Crear un sistema amb més d'un nivell de joc.
- Crear diferents gràfics per donar diferents perspectives a l'hora de realitzar el anàlisi per part del usuari.
- Realitzar les gràfiques en temps real.

Objectius principals:

- Crear diferents torres amb funcionalitats diferents.
- Crear diferents enemics amb característiques úniques.
- Implementar barres de vida per als enemics.
- Implementar senyalització d'àrees per les torres.
- Crear diferents estils de joc.
- Crear un mecanisme de dispar visual per a les torres.

Objectius secundaris:

- Realitzar un millor balanç de les torres i els enemics.
- Poder accedir al sistema mitjançant un navegador web.
- Crear un mecanisme d'extracció de resultats.
- Implementar nivells per les torres.
- Canviar les imatges de les torres i els enemics.

La selecció del projecte va ser agafada com un repte. Com s'ha comentat abans aquest projecte té com a partida un altre creat amb una altre finalitat. El millorar aquest projecte i donar-li un sentit d'ús més específic i

educatiu ha estat el motiu per escollir realitzar aquest projecte.

La resta del document està organitzada de la següent forma: el punt 2, *Aspectes tècnics*, explica la forma d'organitzar el projecte i el motiu de l'ús del motor de videojocs Unity per desenvolupar el sistema. El punt tres, *el Joc*, realitza una introducció del joc i explica els aspectes a tenir en compte durant la seva utilització. Seguidament es realitzarà un anàlisi dels resultats obtinguts fent un anàlisi dels objectius del projecte, punt 4. El punt 5 són les conclusions del projecte, seguit dels agraïments i finalment les referències utilitzades durant el desenvolupament del sistema.

## 2 Aspectes tècnics

L'inici del projecte, es realitza un estudi de l'estat del codi, així com un repàs del funcionament de les eines a utilitzar. Es crea un entorn de desenvolupament per començar a aplicar els canvis i realitzar les proves necessàries per assegurar el correcte desenvolupament i funcionament del sistema.

Durant el procés de desenvolupament del sistema s'apliquen les següents pautes:

- Documentar els atributs i mètodes en les classes dels objectes creats en el projecte.
- Seguir uns estàndards a l'hora de realitzar el codi i es comentaran totes les classes, atributs i mètodes.
- Mantenir un sistema de versions mitjançant carpetes en l'ordinador, ja que per les característiques del Unity és impossible poder mantenir un control de versions mitjançant eines com el GitHub o subversion.
- Crear un entorn de desenvolupament per implementar les noves millores.

La plataforma que s'utilitza per desenvolupar el sistema és el IDE Unity[1]. Unity és un motor de videojocs multi plataforma creat per Unity Technologies. Està disponible com a plataforma de desenvolupament per Windows i IOS, i permet crear jocs per entorns mòbils o de PC. Aquest punt fonamenta una part del motiu de l'ús de l'eina. Un exemple de joc realitzat mitjançant

Unity és el joc de *Warhammer 40000: Space Wolf*. [4]

L'elecció d'utilitzar l'entorn Unity per la creació del sistema del projecte ve donat per diferents motius:

- L'entorn de desenvolupament Unity dona la possibilitat de compilar l'aplicació per diferents plataformes.
- Unity disposa d'una comunitat que dona suport al usuaris que l'utilitzen.
- Permet programar amb el llenguatge C#.
- L'ús de l'entorn Unity facilita de forma interactiva muntar els nivells del Tower Defense de forma visual i també facilita la realització de proves per analitzar el funcionament del sistema realitzat, per poder observar els errors i així poder-los corregir.
- Unity disposa de diferents Frameworks que faciliten la implementació del sistema.
- Unity ens permet implementar "orthello" que fonamenta la base del moviment de les nostres torres i enemics del sistema.
- Prèviament ja es disposa d'un sistema creat anteriorment amb Unity que s'utilitza com a base per implementar el nou sistema.
- Al ser Unity un programa de creació de jocs gràfics amb molts usuaris que l'utilitzen, a Internet es disposa de molta informació per poder desenvolupar sistemes amb Unity, d'exemples en portals web com YouTube a diverses pàgines existents a internet que expliquen com utilitzar l'entorn Unity.
- Unity és una eina gratuïta que facilita la implementació del nostre sistema.

### 3 El joc

#### 3.1 Introducció.

El sistema es basa en una tipologia de joc tipus Tower Defense. Aquest tipus de joc té com a base un únic i simple objectiu, eliminar tots els enemics abans que aquest finalitzin el camí predeterminat. L'usuari disposa d'una certa quantitat de diners amb els que pot

comprar torretes que destrueixen els enemics. Un enemic al ser destruït fa guanyar una certa quantitat de diners al jugador que li permet comprar més torretes. Si reiteradament l'enemic arriba al final de camí, l'usuari va perdent vides. Quant l'usuari perd totes les vides es finalitza la partida amb una derrota, pel contrari si aconseguix eliminar tots els enemics guanya. Aquesta és l'idea general d'aquests tipus de jocs, però el sistema desenvolupat va més enllà. Aquest sistema implica una anàlisi i realització de càlculs més intensa per l'usuari forçant-lo a pensar com aconseguir la victòria, i afegeix un altre punt de vista al joc. L'usuari disposa de dues modalitats de joc, el tradicional, i l'objectiu de reduir a zero les vides de les torretes. En resum l'usuari passa a ser l'enemic per tal de gastar les vides. Aquest nou sistema no existeix al mercat d'aquest tipus de jocs, això més l'afegit de gràfiques en temps real durant el joc fan que aquest sistema sigui únic.

Les gràfiques juguen un paper molt important en l'aplicació, és el component que dona suport als càlculs que té que realitzar l'usuari. Per aquest motiu el sistema disposa de tres gràfiques diferents que mostren dades en temps real. La gràfica lineal ajuda a comparar, seleccionant les torretes que a l'usuari l'interessen, el mal que estan fent als enemics, això ajuda a decidir l'estratègia de com col·locar les torretes al mapa. Una altre gràfica mostra el dany realitzat per les torretes en un gràfic de barres. Aquest gràfic conte el top deu de les torretes que més mal han fet. Veient aquestes dades l'usuari podrà reforçar les zones on les torretes fan menys mal. Per últim l'usuari pot consultar la gràfica d'enemics eliminats per les torretes. Aquesta gràfica mostra la informació de les deu torretes que més enemics han eliminat.

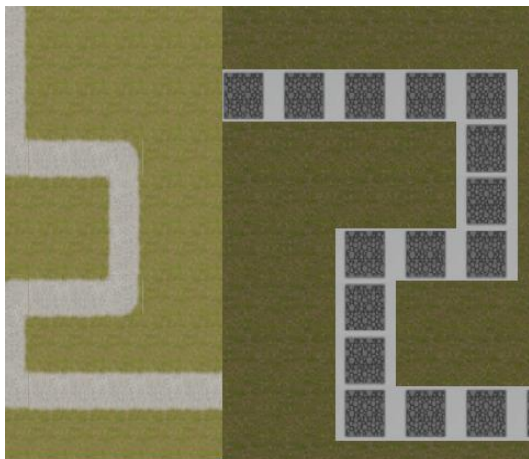
Fer ús de les tres gràfiques es fonamental per que l'usuari pugui superar els nivells satisfactòriament. Per exemple, l'usuari comparant torretes i consultant el dany que

han fet pot deduir que una torreta que fa poc mal és inútil i eliminar-la, llavors perd la partida. El motiu seria conseqüència de no haver consultat l'última gràfica ja que la torreta eliminada no realitzava un dany elevat, però acabava amb els enemics. Si l'usuari també hagués utilitzat l'última gràfica hauria no decidit eliminar-la i d'aquesta manera no hauria perdut. Les gràfiques reforcen el joc. La subsecció 3.2.1 explica amb més detall com s'utilitzen les gràfiques.

A continuació s'explicaran els conceptes generals i particulars del joc.

### 3.2 Aspectes comuns de l'aplicació

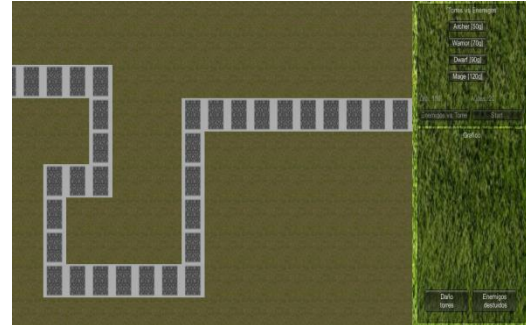
A l'inici del joc l'usuari podrà escollir entre les dues modalitats existents, aquestes dues modalitats disposen de diversos nivells. A mesura que l'usuari avança en el joc i supera el nivell, desbloqueja els següents. Cada nivell té un grau de dificultat superior al anterior. Aquestes dues modalitats són: torretes vs enemics, estil de joc tradicional, i enemics vs torretes, nou estil de joc implementat al sistema.



**Fig 1.** Exemple de dos mapes diferents que representen un exemple dels diferents nivells.

Al començar el joc l'usuari observa una pantalla que conté tot el que necessita per jugar. La zona on es col·loquen les torretes és diferència intuïtivament de la zona del camí. Al lateral dret de la pantalla estan ubicats els dos menús del joc. El menú superior conté els components necessaris per col·locar torretes o escollir el número d'enemics, cada estil de joc

té un menú superior diferent. El menú inferior mostra les gràfiques en temps real del dany que realitzen les torretes, aquestes gràfiques són iguals pels dos tipus de jocs diferents.



**Fig 2.** Mapa de joc de l'aplicació on es poden observar els dos menús diferents. (imatge a canviar)

El menú superior disposa d'un botó per iniciar el joc, i un altre per sortir del joc i tornar al menú principal.

#### 3.2.1 Gràfiques en temps real.

L'aplicació disposa de tres gràfiques en temps real, una gràfica lineal i dos de barres.

Al seleccionar el tipus de gràfiques el color de les barres i línies van vinculades amb les torretes, és a dir, quan es visualitza una gràfica les barres apareixen de diferents colors. Aquests colors representen a les torretes, la torreta canviarà el seu color normal per el color de la gràfica. Així s'aconsegueix que intuïtivament l'usuari vinculi les torretes amb els resultats dels gràfics.



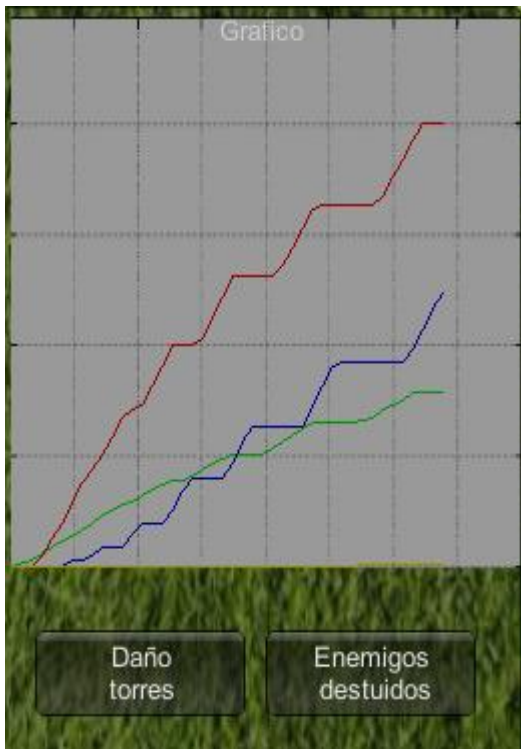
**Fig 3.** Coloració de les torretes en representació de les gràfiques.

#### *Gràfic de representació lineal.*

Aquest gràfic representa el dany en temps real produït per les torretes. Com he mencionat amb anterioritat, els colors de les

línies es vinculen a les torretes variant el seu color, però aquest gràfic té una limitació de mostrar només el dany, de com a màxim, cinc torretes. Per veure el gràfic cal seleccionar les torretes que desitja observar.

L'acció per seleccionar la torreta és simple, l'usuari col·locarà el cursor del ratolí sobre de la torreta i realitzant un clic dret vincularà la torreta a la gràfica lineal. Per desvincular la torreta de la gràfica l'usuari només ha de realitzar un segon clic dret sobre la torreta. La torreta tornarà al seu color original.



**Fig 4.** Imatge que mostra com és la gràfica en temps real dels danys produïts per les torretes.

*Gràfic de barres del dany de les torretes.*

El gràfic mostra el dany que han realitzat les torretes fins el moment.

No fa falta realitzar una vinculació directa entre el gràfic i les torretes, aquest gràfic mostra les deu primeres torretes que realitzen més dany. L'ordre de les torretes es modifica constantment.



**Fig 5.** Imatge del gràfic de barres que mostra el mal realitzat per les torretes.

*Gràfic de barres dels enemic eliminats per torreta*

L'últim dels gràfics, mostra les deu primeres torretes que han eliminat a més enemics. El valor del enemics eliminats apareix al lateral dret de la gràfica.

Aquesta gràfica com l'anterior es va actualitzant en temps real, així l'ordre de les barres durant la partida pot variar.

Les torretes tenen assignats colors determinats, aquests colors són els que utilitzen les gràfiques per vincular-se a les torretes.



**Fig 6.** Imatge del gràfic que mostra el número d'enemics derrotats per torreta.

Com es pot observar a les figures 4, 5 i 6, sota de les gràfiques hi ha dos botons. Aquests botons permeten a l'usuari navegar per les gràfiques. En funció de la gràfica que està observant l'usuari, l'usuari pot navegar per les altres dues.

### 3.2.2 Torretes vs enemics.

Aquesta és la metodologia estàndard de joc de tots els Tower Defense. Aquest estil té dos elements claus, les torretes i el menú.

#### Torretes.

Les torretes són la base clau d'aquest mode de joc, elles són les encarregades de destruir als enemics, obtenir recursos per poder posar més torretes i millorar en nivell superiors per augmentar la velocitat de dispar i el mal que fan. Existeixen tres tipus de torretes diferents, cada torreta realitza una acció determinada als enemics:

- Arquer: aquesta torreta disposa de més distància de dispar que les altres torretes, per contra el mal que realitza als enemics no és molt elevat. El color del seu dispar és vermell.

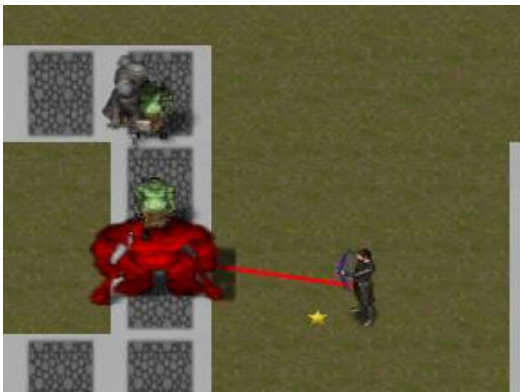


Fig 7. Visualització de dispar del arquer.

- El guerrer: disposa d'una àrea d'acció reduïda, però realitza més mal que la torre arquer. Aquesta torreta no només dispara a un enemic, pot disparar fins a 3 enemics a la vegada que es trobin en el seu radi d'acció. El color del dispar que realitza és groc.



Fig 8. Visualització de l'atac del guerrer.

- El mac: té un radi d'acció entremig, entre l'arquer i el guerrer, realitza un dany reduït però redueix la velocitat dels enemics, això ho aprofiten les altres torretes per poder produir més dany. El color del seu dispar és blau.

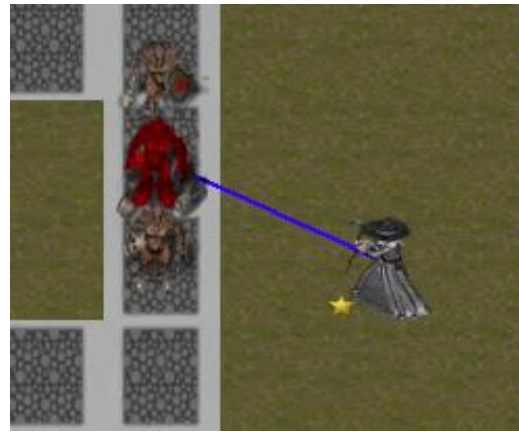


Fig 9. Visualització de dispar del mac.

Quan el jugador està jugant, pot escollir entre dues possibilitats.

La primera consistiria en afegir noves torretes al mapa, el cost és reduït i aconseguir augmentar el dany global, però si comencen a aparèixer molts enemics pot ser insuficient.

La segona opció consisteix en millorar la torreta. Una millora costa més recursos que adquirir una nova torreta, com a recompensa millores el mal i la velocitat d'atac de la torreta. Pot semblar innecessari però si el jugador complementa la pujada de nivell amb un mac a prop el mal realitzat pot ser superior. Aquest és un dels càlculs que ha de realitzar el jugador.



Fig 10. Mostra dels possibles nivell de les torretes.

#### Menú

El menú permet al jugador seleccionar el tipus de torreta que desitja posar en el taulell. El menú mostra les torretes a seleccionar, així com el cost que tenen. Si els recursos disponibles no són suficients per comprar un determinat tipus de torreta, el sistema no et

deixa seleccionar-la i et dona un missatge informatiu del motiu.

El menú també mostra els recursos disponibles que té el jugador, i les vides que li queden.

El botó Start permet començar la partida quan l'usuari cregui que està preparat per començar. També està el botó Exit per tornar al menú principal del joc.



Fig 11. Visualització del menú, tipologia de joc torretes vs enemic.

Quan és seleccionada una torreta, si el cursor del ratolí es mou per el mapa, les zones on es poden posar les torretes canvien de color. Això facilita a l'usuari entendre on pot posar la torreta i on no.



Fig 12. Canvi de color del mapa indicant que pot col·locar la torreta.

Com s'ha mencionat anteriorment, el botó dret del ratolí serveix per vincular el gràfic lineal amb les torretes. El botó esquerra serveix per fer sortir un sub-menú. En aquest sub-menú es poden realitzar tres accions: vendre la torreta per el preu indicat, pujar la torreta de nivell o tancar el sub-menú.



Fig 13. Sub-menú de la torreta.

### 3.2.2 Enemics vs torretes.

Aquesta metodologia és nova, no hi ha cap Tower Defense al mercat que tingui aquesta opció de joc. En aquest cas el jugador actua com a enemic, i el seu objectiu és arribar al final del camí per eliminar totes les vides, si aconsegueix que el marcador de vides arribi a 0 guanya.

Al iniciar el joc, el jugador disposarà de una certa quantitat de recursos, ha de seleccionar el tipus i quantitat de enemics que desitja i començar a jugar.

En aquest mode, totes les funcionalitats de les torretes, a excepció dels gràfics, estan desactivades. El menú és diferent i només començar el joc al mapa ja apareixen torretes posicionades per defecte.



Fig 14. Mapa inicial de mode de joc.

En el menú els botons de Exit i Start, i els indicadors d'or i vides, fan la mateixa funcionalitat que en l'altre mode de joc.

El jugador pot escollir entre tres tipus diferents d'enemics:

- Gos: té un cost reduït i una vida petita, per contrari la velocitat del gos és la més elevada entre tots els enemics.
- Goblin: no consumeix molts recursos i té un nivell de vida acceptable al igual que la seva velocitat. Si l'usuari busca

quantitat amb vida acceptable aquesta pot ser la seva opció.

- Orc: consumeix una gran quantitat de recursos i és l'enemic més lent, en contraposició el nivell de vida és elevat.

En el menú pots seleccionar l'enemic que desitges invocar i en quina quantitat. Cada cop que escullis un enemic el valor dels recursos disminueix. Aquí per partida tens uns recursos limitats, i durant el joc no s'obtenen més recursos.



Fig 15. Menú del mode enemics vs torretes.

Quan el jugador realitza un clic esquerra al botó, el comptador del enemic augmenta en un i als recursos es resten el valor del enemic seleccionat.

En cas que el jugador cometés un error i volgués desfer-se d'un enemic seleccionat per escollir un altre, realitzant clic dret del ratolí sobre el botó, es descomptarà del comptador general un enemic, i el valor de recursos que val el enemic s'afegirà al existent.

Aquest sistema permet al jugador fer diverses proves i calcular com gastar millor els recursos dels que disposa.

#### 4 Resultats del projecte.

En aquest apartat realitzarem un anàlisi de com s'han desenvolupat els objectius marcats en l'inici del projecte, començant per els crítics i acabant per els secundaris.

#### Objectius Crítics:

Aquests objectius es tenien que satisfer completament, si no s'haguessin pogut realitzar tots aquests objectius el projecte no és podria considerar satisfactori.

- **Crear un sistema amb més d'un nivell de joc.** El sistema disposa de diversos nivells de joc per a cada forma de jugar. A mesura que el jugador va superant les pantalles, canvia de nivell.
- **Crear diferents gràfics per donar diferents perspectives a l'hora de realitzar el anàlisi per part del usuari.** Com es comenta en l'apartat anterior, el sistema té tres tipus de gràfics diferents. Amb la diversitat dels gràfics aconseguim que els jugadors puguin tenir diferents punts de vista del que succeeix en la partida i actuar en conseqüència. Aquest punt està classificat com a crític ja que era un requisit que es demanava com a millora de un joc educatiu similar que només contenia un tipus de gràfica.
- **Realitzar les gràfiques en temps real.** Totes les gràfiques mostren les dades en temps real, i s'actualitzen al instant. Realitzar aquest objectiu ha sigut complicat ja que Unity és un entorn gràfic per crear vídeo jocs, té opcions 2D però enfoca més de cara a la creació d'entorns 3D. Existien eines que com el Vectorsity, disponible en el Asset Store de Unity, però és de pagament[5].

#### Objectius principals:

El objectius principals milloren i faciliten la forma de jugar a l'usuari, fan l'entorn més intuïtiu i faciliten l'enteniment del sistema.

- **Crear diferents torres amb funcionalitats diferents.** En el projecte base des d'on parteix l'aplicació actual, les torretes només realitzaven mal a una determinada velocitat. En el sistema actual els tres models de torretes existents tenen característiques diferents. Aquest objectiu



fa que l'usuari es plantegi diferents estratègies.

- **Crear diferents enemics amb característiques úniques.** Els enemics es modifiquen de manera que augmenta la seva velocitat o vida en funció del tipus que sigui. Aquest punt provoca en el jugador el pensar quins enemics invocar per guanyar.
- **Implementar barres de vida per els enemics.** Les barres de vida ajuden a visualitzar l'estat del joc al instant. S'ha atorgat a cada enemic una barra de vida que permet al jugador controlar l'estat de vida dels enemics, això permetrà que decideixi on col·locar les torretes per el mapa.
- **Implementar senyalització de àrees per les torres.** Aquest objectiu no s'ha pogut realitzar. El motiu que hagi fracassat bé donat per dos factor, el primer provoca el segon. Aquest sistema és l'evolució d'un altre. El sistema de posicionament del mapa funciona amb unes dimensions diferents a les normal. Solucionar aquest problema requeriria modificar molts objectes Unity i classe C#, i per falta de temps no s'ha considerat viable el realitzar aquestes modificacions ja que podia afectar negativament en el resultat final del sistema.
- **Crear diferents estils de joc.** Aquest objectiu casi es pot considerar crític, realitzar-lo correctament era primordial per donar a l'aplicació el toc que el fa únic. El resultat es que el sistema disposa de dos sistemes de joc diferents, cada sistema aporta formes d'anàlisi diferents.
- **Crear un mecanisme de dispar visual per a les torres.** S'ha creat un sistema de dispar que remarca dues coses, el jugador visualitza a quin enemic està atacant la torreta, i permet al jugador diferenciar entre els diferents tipus d'habilitats de cada torreta. Així el jugador coneix més ràpid i de forma intuïtiva com utilitzar el sistema.

*Objectius secundaris:*

Aquest objectius són considerats com a extres, en aquest cas es van plantejar per millorar l'obtenció de resultats de cara als professors que utilitzen el sistema per impartir classes.

- **Realitzar un millor balanç de les torres i els enemics.** S'ha creat un document de text on surten els atributs de les torres i els enemics. Aquest document de text el llegeix el sistema i si hi ha canvis en l'estat dels atributs els modifica, és a dir, el professor podrà equilibrar el enemics i les torretes de la manera que cregui més convenient per als seus objectius.
- **Poder accedir al sistema mitjançant un navegador web.** Aquest objectiu no s'ha realitzat. Unity permet que una aplicació és pugui crear per web, PC, IOS o Android. El sistema base del actual va ser creat pensat per ser utilitzat per android, al compilar el sistema per web es donaven problemes de compatibilitat. Arreglar aquest problema per complir l'objectiu hagués requerit temps que no era disponible, en conseqüència no s'ha completat.
- **Crear un mecanismes d'extracció de resultats.** El sistema d'obtenció de dades esta programat, les torretes recullen dades cada cinc segons del mal realitzat. El professor podrà disposar d'aquestes dades per analitzar-les i evaluar-les posteriorment.
- **Canviar les imatges de les torres i els enemics.** Aquest objectiu té com objectiu marcar una imparcialitat de sexes als jugador. Al es nois els hi pot resultar més molest veure trols, goblins com enemics que als nois, per això es canvien les imatges de les torretes i enemics. És un factor a tenir en conte per el futur de l'aplicació.

## 5 Conclusions

El projecte ofereix un ampli repertori d'eines que permet a l'usuari gaudir d'un joc entretingut i que al mateix temps li permet aprendre a realitzar de forma indirecte càlculs que aporten coneixement al usuari.

Unity ofereix un ample repertori d'eines per desenvolupar aplicacions de tot tipus, però Unity es planteja més com una forma de crear entorns 3D. Aquest fet provoca que realitzar menús o gràfics 2D tingui un grau de dificultat afegida.

A l'inici i durant el transcurs del projecte s'ha tingut contacte amb Lluís Albarracín, professor d'educació secundària. Ha donat un punt de vista pedagògic positiu al projecte sobre com tindrien que ser les animacions, gràfiques i altres aspectes que formen part del sistema. Per qüestions de temps no s'ha pogut realitzar una prova per avaluar el rendiment del sistema.

Aquest sistema és una evolució d'un sistema anterior creat amb uns altres objectius diferents al projecte actual. En tots els aspectes aquest nou sistema millora l'anterior.

## 6 Agraïments

Agraïco a l'equip de desenvolupament que va desenvolupar la primera versió del joc per deixar-me utilitzar-lo per aquest projecte, i a l'Aura per ajudar-me en el projecte i passar-me informació d'utilitat.

## 7 Referències

[1]Unity Technologies(2014). **Títol pagina web: Api LineRender** **Url:** <http://docs.unity3d.com/ScriptReference/LineRenderer.html>

[2] Forum Unity(2014). **Títol pàgina web: Thread: Free simple graph plotting utility.** **Url:** <http://forum.unity3d.com/threads/165055-Free-Simple-Graph-Plotting-Utility>

[3]Guzmán Cerón, Daniel, "Creació d'una plataforma per a l'anàlisi de les estratègies

utilitzades a un joc de tipus Tower Defense",

<http://www.recercat.cat/handle/2072/21266>  
0, **Enginyeria Informàtica UAB, Bellaterra, 09-2012**

[4] Unity Technologies(2014). **Títol pàgina web: Showcase - Gallery.** **Url:** <https://unity3d.com/showcase/gallery>

[5] Starcene Software. **Títol pàgina web:** <http://starscenesoftware.com/index.html>