

A 3D digital rendering of a man standing in front of a red building with a soccer goal. The man is wearing a light blue t-shirt and dark pants. The building has several windows with dark shutters. A soccer goal is visible on the right side of the image. The sky is blue with some clouds.

**JOTA**

**Digitalitzem la realitat:  
Un institut en videojoc**

## ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ .....	2
2. INICI DELS VIDEOJOCs .....	3
2.1 Breu Història del 3D i els videojocs.....	5
2.2 Gèneres dels videojocs.....	6
3. COM CREAR UN VIDEOJOC? .....	8
3.1 Estructura bàsica d'un videojoc .....	9
4. DESENVOLUPAMENT I DISSENY DEL 3D .....	11
4.1 Origen .....	11
4.2 Definició .....	11
4.3 Diferències entre el 3D i el 2D .....	12
4.4 Aplicacions del 3D .....	13
4.5 Principals programes en 3D.....	13
5. ARQUITECTURA 3D .....	14
6. CATEGORIA DEL MEU PROJECTE EN ELS VIDEOJOCs.....	17
7. DIFERENTS PROGRAMES UTILITZATS.....	19
SketchUp .....	22
AutoCAD.....	23
Adobe Premiere Pro .....	24
8. BLUEPRINTS.....	25
9. Metodologia.....	27
10. LA REALITAT VIRTUAL (VR) .....	32
10.1 Definició .....	32
10.2 Mecanismes que intervenen en la VR .....	33
10.3 Diferències entre la Realitat Virtual (VR) i la Realitat Augmentada (AR) .....	35
11. METAVERS .....	36
11.1 On sorgeix la idea? .....	36
11.2 Que ens ofereix?.....	36
12. CONCLUSIONS .....	37
13. WEBGRAFIA.....	39
14. ANNEXOS.....	40

## **1. INTRODUCCIÓ**

He basat el meu treball de recerca en l'àmbit dels videojocs i al mateix temps arquitectura.

Des que era petit vaig començar a tafanejar el món de la tecnologia amb algunes consoles que em feien passar bons moments. No em vaig decidir a voler fer aquesta carrera fins que vaig acabar 4t de la ESO i vaig veure que existia una anomenada: "Disseny i desenvolupament de videojocs."

Un cop vaig buscar informació de com era aquest grau universitari i, haver anat a una jornada de portes obertes a diferents Universitats em va quedar molt clar cap a on volia enfocar els meus estudis. Crec que és un món que té molt futur i a la vegada molt criticat i imprès. Espero que amb aquest treball l'opinió que es percebi sigui positiva i despertí l'interès de més gent.

En definitiva, el meu treball de recerca tractarà i combinarà aspectes tan d'arquitectura com de videojocs. Més concretament em centraré a intentar respondre la pregunta "Pot un escenari real semblar-se a un d'imaginari?" mitjançant eines que ho digitalitzin.

El món dels videojocs és un àmbit fascinant que ha evolucionat molt ràpidament. Aquesta evolució ha creat noves oportunitats per als professionals que volen dedicar-se a aquesta indústria, ja sigui en la creació de videojocs o en la seva comercialització. La combinació dels videojocs amb altres àmbits com l'arquitectura pot generar resultats sorprenents. En concret, la pregunta d'aquest treball de recerca és si és possible que un escenari real pugui semblar-se a un d'imaginari. Això implica l'ús de tecnologia per digitalitzar espais reals i recrear-los en un entorn virtual. Per exemple, podria ser útil per als dissenyadors de videojocs, que podrien utilitzar aquesta tecnologia per crear escenaris més realistes i immersius. En resum, el meu treball de recerca té el potencial de ser interessant i innovador. La combinació de l'arquitectura i els videojocs és un àmbit relativament poc explorat, i pot ser que els resultats obtinguts d'ambdós puguin ser aplicables en altres àmbits.

## 2. INICI DELS VIDEOJOCS

Abans de començar, s'ha de comprendre què és un videojoc. Un videojoc tracta d'unes imatges interactives de vídeo mostrades a través d'un dispositiu electrònic o plataforma que poden ser controlades per un o més jugadors, és a dir, l'usuari que en fa ús d'aquest.

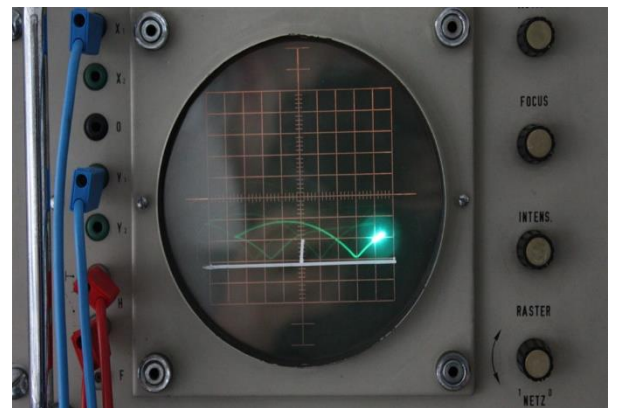
Tot i que encara hi ha dubtes sobre quin va ser l'originari en aquest àmbit, n'hi ha dos que en destaquen particularment:



Il·lustració 1: joc del "OXO"

- «OXO» (o més conegut com a tres en ratlla): el qual va sorgir d'una tesi doctoral elaborada per AS Douglas.

- «Tennis for Two» (tennis per a dos): mitjançant un programa de càlcul de trajectòries i l'ús d'un oscil·loscopi, William Higginbotham va ser capaç de desenvolupar una simulació de tennis de taula amb la finalitat d'entretindre a les persones presents a l'exposició «Brookhaven National Laboratory».



Il·lustració 2: joc "Tennis for Two"

No obstant, l'any 1962 va aparèixer "Spacewar!". El seu creador, Steve Russell va dissenyar un dels videojocs més influents de l'època gràcies al seu codi de domini públic, que va permetre a altres persones replantejar el popular joc d'enfrontaments entre dues naus espacials.

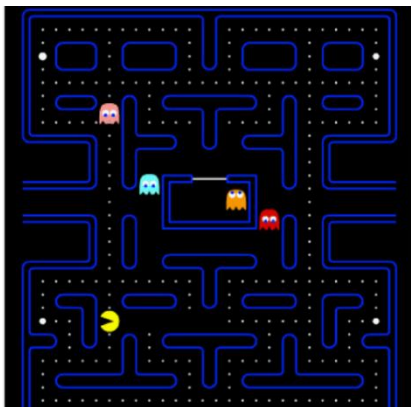
Posteriorment a això va sorgir “Ralph Baer”, més conegut com el pare o inventor dels videojocs, el qual aconsegueix una cosa inesperada en aquell moment i era el mode multi jugador (en aquella època era un prototip) i que utilitzava un televisor (caixa marró) com a pantalla. Després d’aquest descobriment, Baer va donar el seu sistema (dispositiu) a la companyia de «Magnavox», la qual va dissenyar la primera consola domèstica del món.

Darrere d’aquesta investigació van venir altres consoles que van revolucionar encara més el món dels videojocs. Una de les primeres a començar aquesta va ser l’Atari 2600 que va sorgir amb canvis com va ser els colors (una novetat important), cartutxos intercanviables per gaudir de diferents jocs i els «joysticks» que farien la funció dels actuals controladors. Tot això va donar lloc a la segona generació de consoles domèstiques.

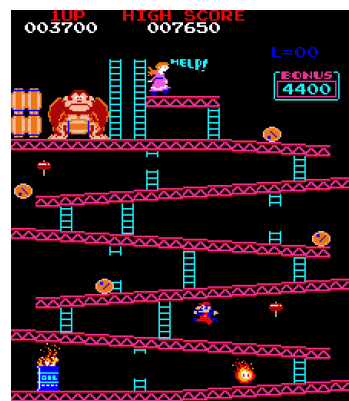


Il·lustració 3: consola Atari 2600

A continuació, veient aquests grans avenços en les consoles, aquestes indústries van començar a crear nous jocs i noves empreses que aportarien tan noves idees, personatges que es tornarien molt famosos i bastant material diferent del món dels videojocs com el famós joc del “Pac-man” i la creació de «Donkey Kong» per part de Nintendo.



Il·lustració 4: videojoc del Pac-Man



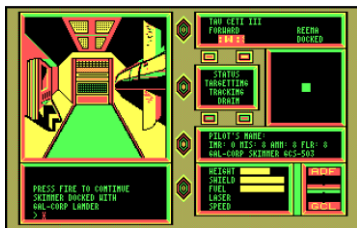
Il·lustració 5: videojoc del Donkey Kong

## 2.1 Breu Història del 3D i els videojocs

Com es pot considerar que el 3D ha evolucionat al llarg d'aquests últims anys?

Al principi els programes són d'ús domèstic, sent el sector de la telecomunicació l'únic que progressa per la seva flexibilitat i la seva infinitat d'aplicacions. Utilitzat dintre del disseny industrial, en l'àmbit de l'entreteniment i l'oci i després amb els jocs 8 bits amb el 3D en temps real, seguit de jocs amb uns baixos FPS (Fotogrames per Segon).

Els primers programes que van portar a l'inici de la creació de mons en 3D van ser: Tau Ceti, Total Eclipse i 3D construction Kit.



*Il·lustració 6: menú del Tau Ceti*



*Il·lustració 7: pantalla Principal de Total Eclipse*



*Il·lustració 8: pantalla de ferramentes del 3D Construction Kit*

Posteriorment, sorgeixen els jocs de 16, 32 i 64 bits de l'actualitat.

Durant aquests anys van predominar els simuladors de diferents tipus i aventures immenses on anaves barrejant jocs en 2D, ja que no eren jocs 3D purs.

Al principi dels 90 surten els jocs M.D.K. o «Shadow of the Empire», els quals t'exigien disposar de les targetes acceleradores per a poder executar-los. També apareixen programes encara vigents com «Maya Alias Wavefront» (Maya), «3DStudio» (3dsMAX), «Cinema4D»... centrats en eines de modelatge i topologies.

Al segon mil·lenni sorgeix una nova tecnologia els renders o motors de renders d'il·luminació global. «Aquesta consisteix en una imatge generada a través d'un model 2D o 3D». Aquesta aparició va suposar una guerra de motors i noves tecnologies que ha causat que avui en dia puguem tenir tants de programes.

El «Zbrush» de Pixologic gràcies a la tecnologia de l'esculpir digital va fer que molts artistes i escultors utilitzessin el 3D d'una forma més senzilla i agradable.



La rapidesa en la seva evolució, dona lloc a l'aparició de textures i materials que permet pintar a sobre d'unes coordenades. Amb la nova tecnologia que està apareixent actualment el futur és una mica incert, però prometedor.

## **2.2 Gèneres dels videojocs**

Els videojocs es classifiquen segons la seva jugabilitat, és a dir, per la forma del joc, els objectius del mateix, els seus controls o la seua temàtica. Això ho anomenem com a gèneres d'un videojoc (organització dels videojocs).

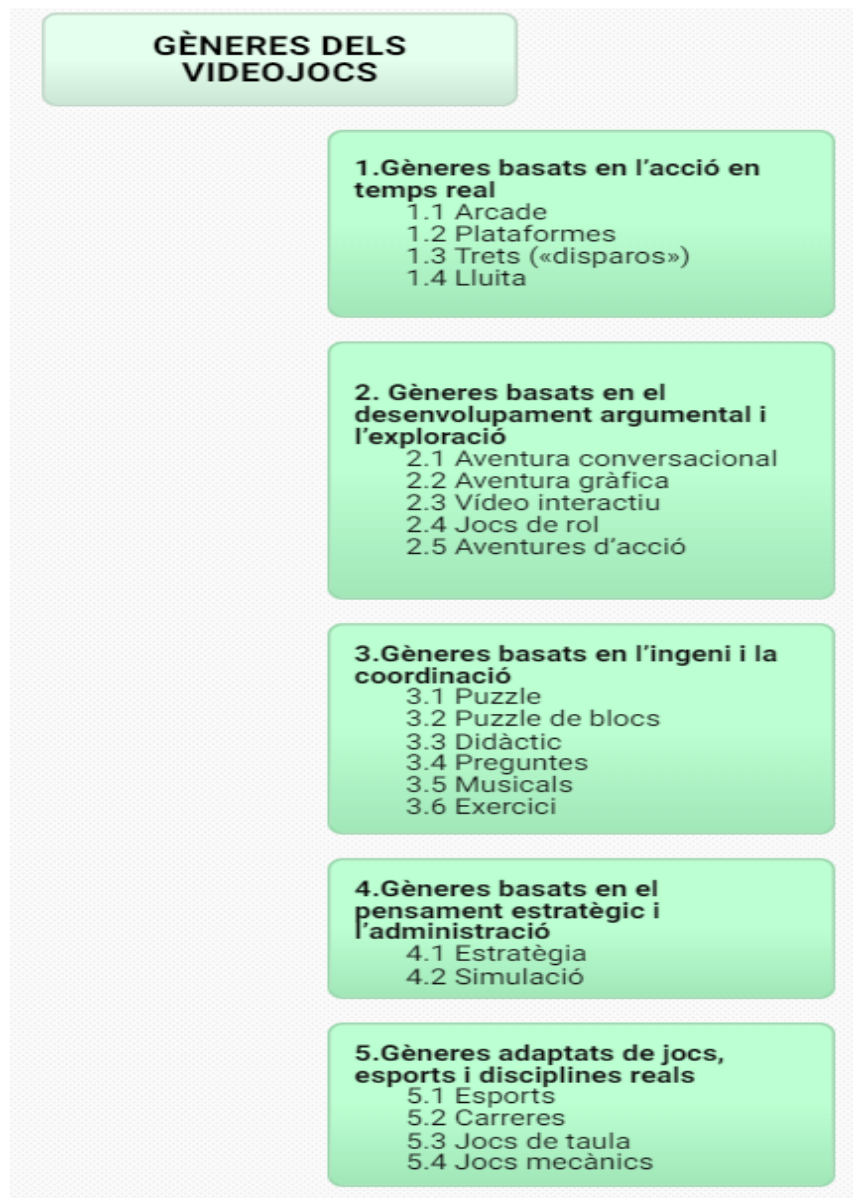


*Il·lustració 9: imatges d'exemple de diferents tipus de gèneres de videojocs*

Aquest sistema es basa en les coincidències o similituds de característiques mencionades i a mesura que sorgeixen jocs similars s'inclouen en el mateix grup.

Actualment i des de sempre no hi ha hagut gaire bé cap joc que estigués a un únic grup (categoria) però en el cas que hi hagi més d'un gènere es té en compte el que predomina dintre del mateix videojoc.

Els principals gèneres d'aquests són:



II·lustració 10: esquema dels diferents tipus de gèneres dels videojocs.



### **3. COM CREAR UN VIDEOJOC?**

Per començar a fer un videojoc s'han d'establir una sèrie de fases en el seu procés. Aquestes són:

#### **1. Fase de concepció**

Es pensa a quina categoria pertanyerà el joc que es vol crear, és a dir, pensar en la idea principal d'aquest.

#### **2. Fase de disseny**

Aquí el que es fa és preparar un document (GDD) on s'especifiquin tots els detalls del joc, ja sigui efectes de so, les mecàniques, els controls... Tot això amb l'objectiu de què la resta de companys puguin realitzar correctament la seva creació.

#### **3. Fase de planificació**

En aquesta fase es pensa quant de temps es pot trigar a fer cada tasca del propi videojoc. Dit d'una altra manera, un pla de treball.

#### **4. Fase de producció**

Dintre d'aquesta el que s'intenta és tenir una primera versió del joc o prototip, és a dir, implementar tot el que sigui programació, part artística... Aquesta fase és la que comporta més feina i la més llarga.

#### **5. Fase de proves i fase de testatge**

Aquí és on es rectifiquen tots els errors per a una millor jugabilitat. Es fan dues proves anomenades "Alpha" i "Beta".

-**"Alpha"**: les realitzen gent que ha participat en el desenvolupament del joc intentant arreglar errors greus.

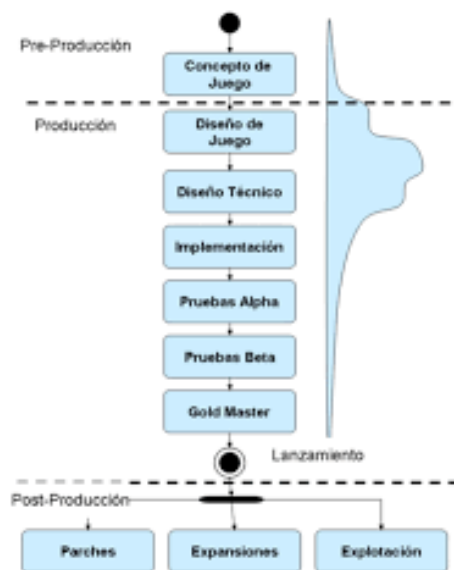
-**"Beta"**: les realitzen jugadors externs per intentar millorar la jugabilitat i intentar trobar els errors menys importants i així oferir una millor experiència d'usuari.

## 6. Fase de distribució i màrqueting

Un cop haver corregit tots els errors i rebudes opinions dels jugadors, arriba el moment de llançar o distribuir el videojoc a plataformes de compra virtuals. Al mateix temps es realitzen campanyes per fer-hi publicitat i promocionar-lo.

## 7. Fase de manteniment.

En aquesta fase ens referim a seguir mantenint el joc en constant vida amb actualitzacions, noves funcions, nous personatges... normalment amb molta influència per part dels usuaris.



Il·lustració 11: fases del procés de creació d'un videojoc. Extret de: [shorturl.at/devL3](http://shorturl.at/devL3)

## 3.1 Estructura bàsica d'un videojoc

Un videojoc ha d'estar en tot moment fent alguna funció, ja sigui esperar ordres de l'usuari (movent el ratolí, pressionant una tecla...), dibuixant, calcular les físiques contínues... Tot això és el que succeeix en el que anomenem un cicle (també anomenat «loop»).

L'estructura més simple d'un videojoc és la següent:

1.Inicialització: aquí és el moment de preparar l'inici del «loop». D'aquest en formaran part les funcions necessàries del sistema (com la llibreria gràfica),

coses simples que pesin poc (música, imatges...), per a més tard començar a carregar els objectes més pesats (estructures de dades).

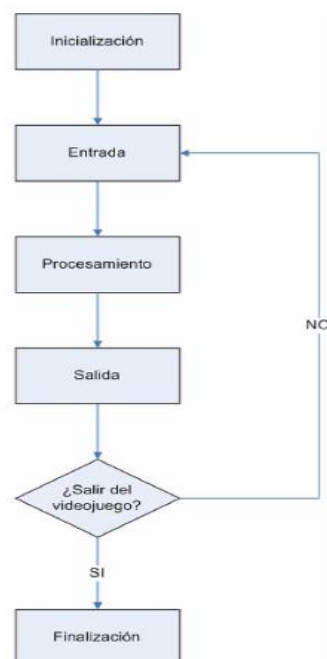
2. Cicle del videojoc: Aquí es on passa tota l'aventura del joc i l'única manera de sortir-ne d'aquest seria perdent en el mateix, sortint des del menú o amb una combinació de botons. Dintre d'aquest cicle hi ha tres parts:

2.1 Entrada: aquí s'obté tota la informació que realitza el jugador amb qualsevol dispositiu d'entrada.

2.2 Processament: La informació que es rebuda pel punt anterior es processada i preparada per a executar totes les decisions, activant així sistemes com els de la IA (intel·ligència artificial).

2.3 Sortida: La informació del punt de processament és detectada i es comencen a mostrar tots els gràfics, música...

3. Finalització: en aquesta última fase el que fem és tot el contrari a la primera, és a dir, eliminar o esborrar tots els arxius (recursos) emmagatzemats i guardar les dades, tancant així el sistema.



*Il·lustració 12: estructura bàsica interna d'un videojoc. Imatge extreta de: [shorturl.at/adg37](http://shorturl.at/adg37). Pàgina 16 de l'enllaç.*

## **4. DESENVOLUPAMENT I DISSENY DEL 3D**

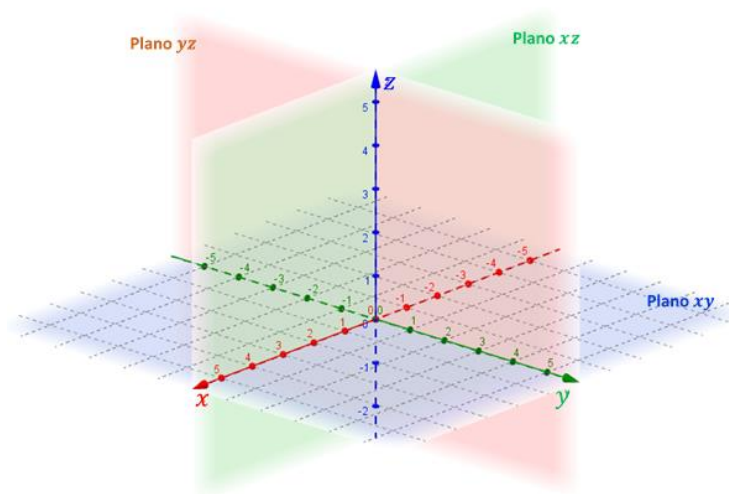
### **4.1 Origen**

Les primeres imatges 3D projectades amb tecnologia tridimensional van sorgir al segle XX a EEUU.

Més tard, l'aparició de IMAX i la seva implementació de pel·lícules 3D a sales de cinemes va afavorir la investigació i desenvolupament d'aquesta tecnologia. Tan important va ser que es va produir una expansió del seu ús fins a àmbits de medicina i educació, sent destacable en aquest últim els "Smartphones" o la realitat virtual, de la qual en parlarem més endavant.

### **4.2 Definició**

El disseny 3D permet projectar mitjançant un conjunt de tècniques, com diu el propi nom 3D, en tres dimensions. El primer pas per a crear alguna cosa en 3D és, com sempre, planificar la idea de l'objecte. El nom de disseny 3D està compost per 2 paraules: disseny i 3D. Cadascuna d'aquestes es refereix a una cosa diferent: si parlem de disseny, ens referim a creació, dibuixar o idear, mentre que si ens fixem en la paraula 3D ens volem referir als eixos tridimensionals X, Y i Z.



*Il·lustració 13: imatge d'un pla cartesià en tres dimensions.*

Hi ha diferents tipus de disseny 3D i aquests són:

-Modelat 3D: a partir d'un pla, model o prototip construïm (representem en 3D) a sobre els eixos tridimensionals.

-Renderitzat o "rendering": procediment de crear una imatge mitjançant càlculs de llums.

-Gràfics 3D per a ordinador: a partir d'una base en 2D gairebé geomètrica es segueix un procés per a acabar representant-se en 3D amb l'ús de les dades emmagatzemades.

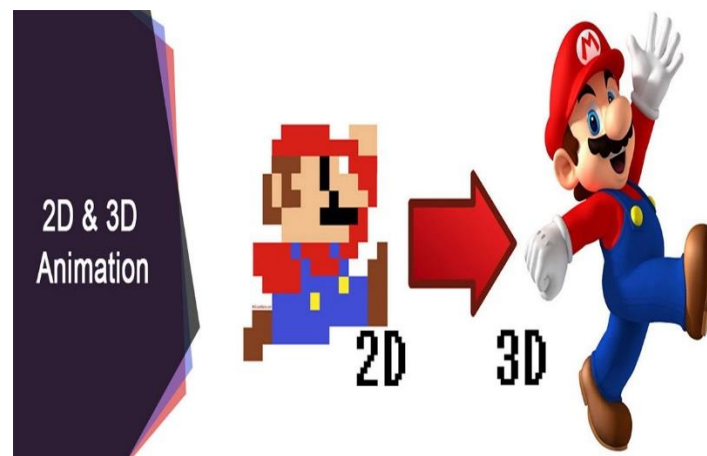
-Models representats per polígons: és un sistema que té la capacitat de representar qualsevol estructura en polígons. És dels més utilitzats.

-Models definits per corbes matemàtiques ("NURBS i Patch"): en aquest cas es treballa amb un programa vectorial que dibuixa corbes amb molta precisió sense models poligonals.

### 4.3 Diferències entre el 3D i el 2D

La principal diferència entre el 3D i el 2D és el procés en què ha estat generat cadascun d'ells.

Els gràfics en 3D sorgeixen gràcies al procediment de càlculs matemàtics a sobre d'objectes en tres dimensions creades en un ordinador. Per l'altra part, els gràfics en 2D tenen un objectiu diferent i aquest és que es vegi tot en dues dimensions ja sigui en una pantalla o en la impressió en paper.



*Il·lustració 14: imatge de l'evolució del 2D al 3D en el personatge famós Mario.*

#### 4.4 Aplicacions del 3D

Actualment, hi ha una gran quantitat d'oficis i treballs que sol·liciten tenir la tècnica del disseny 3D. En podríem nomenar alguns com l'arquitectura, animació 3D, disseny gràfic...

El disseny 3D és essencial per a les màquines, ja que utilitzen un llenguatge molt específic anomenat CAD/CAM<sup>1</sup>, les quals són usades, per exemple, en el tall làser. En aquest tipus d'operacions, les peces han de ser dibuixades amb molt de detall perquè el robot que rebí la informació la pugui fer de manera adequada.

#### 4.5 Principals programes en 3D

La gran majoria de programes es classifiquen per als diferents usuaris de tot el món amb nivells principiant, intermedi i avançat o professional. Alguns d'aquests programes són els següents:

- BricsCAD (Il·lustració 15)
- Computació gràfica
- DWG (Il·lustració 20)
- Disseny arquitectònic assistit per ordinador (CAAD)
- FreeCAD (Il·lustració 16) / IntelliCAD (Il·lustració 18)
- Lliure CAD (Il·lustració 19) / Qcad (Il·lustració 17)
- WorkXplore 3D (Il·lustració 21)



Il·lustració 15



Il·lustració 16



Il·lustració 17



Il·lustració 18



Il·lustració 19



Il·lustració 20



Il·lustració 21

<sup>1</sup> CAD/CAM: "Computer-Aided Design": disseny assistit per ordinador.

"Computer-Aided Manufacturing": fabricació assistida per ordinador. SISTEMES CAD/CAM. Ambdues sigles provenen de la seva denominació en anglès.



## **5. ARQUITECTURA 3D**

### **Què és el modelatge 3D?**

És el mètode que es fa servir per formar unes figures tridimensionals mitjançant uns programes instal·lats a un ordinador.



*Il·lustració 22: procés de modelatge en 3D.*

De vegades l'ull humà veu unes formes que poden ser un poc ambigu. Aquí és on entra aquesta tècnica.

Algunes de les que més s'utilitzen al modelatge en 3D són:

-«Nurbs»: s'utilitza per a crear superfícies i corbes amb un model matemàtic com hem dit anteriorment amb les que s'intenta representar el radi d'un model 3D.

-Escultura digital: aquí el que es fa és modelar una escultura pas a pas emulant el seu procés.

-Modelatge 3D de vores: aquesta tècnica és principalment perquè el rostre de les persones no perdin res del seu realisme.

Per a crear un model 3D existeixen molts procediments, però els més comuns són:

-Modelat poligonal: dintre de l'espai tridimensional, els punts connectats (vèrtexs) ho estan en seccions de línies creant el que anomenem malles poligonals.

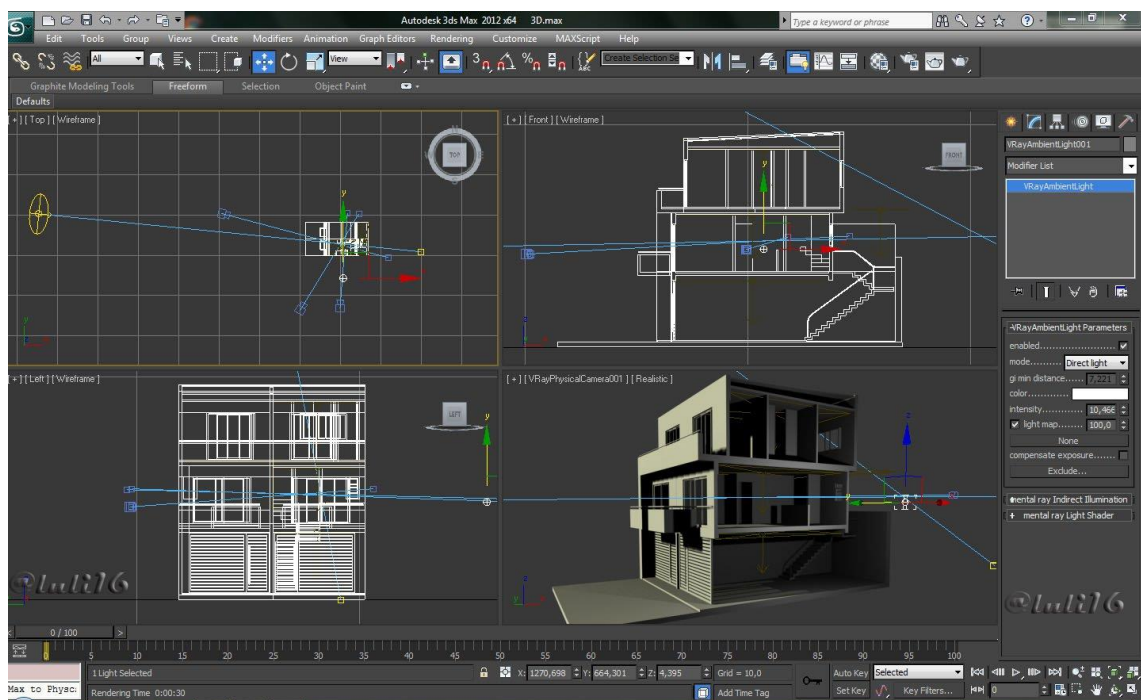
-Modelat de corbes: tal com el seu nom indica, treballa en superfícies corbes com «splines», «platch», «NURBS» i línies primitives geomètriques.

-Escultura digital: mètode molt recent que garanteix una experiència artística real. Els tipus que hi ha són: tessell·lació de desplaçament, volumètric i dinàmic.

### Què és l'Arquitectura 3D?

L'Arquitectura en 3D és un sistema que dona forma tridimensional a treballs arquitectònics. També podríem dir que una de les funcions que té el 3D en l'arquitectura és facilitar la comprensió del plànol (disseny 3D) per part del client i la realització de simulacions a l'arquitecte.

D'altra banda, poden fer comprovacions de quins materials podrien anar millor a l'estructura, la il·luminació de la pròpia edificació, textures, colors i fins i tot gaudir d'una perspectiva 360° del projecte desitjat.



II·lustració 23: finestres amb diferents vistes d'un projecte d'arquitectura en 3D.

### Avantatges de l'Arquitectura 3D

Treballar el 3D en un àmbit com el de l'arquitectura té molts de beneficis, ja sigui per al comprador com per al constructor. Com que treballen en 3D sempre

estaràs en un lloc interactiu on pots editar constantment i provant noves coses, permetent-hi així una llibertat de dissenys per al teu projecte final.

#### Millora del temps de producció

Els terminis de lliurament dels projectes arquitectònics que abans eren molt llargs s'han acurçat molt gràcies al fet que la tecnologia ha evolucionat moltíssim en el desenvolupament d'eines 3D.

#### Evolució de la tècnica 3D

Com l'evolució de les eines de desenvolupament i de l'aprenentatge dels professionals no s'ha detingut en cap moment, ha arribat un punt on les imatges realitzades per aquesta tecnologia són molt realistes, tant que fins i tot les podem arribar a posar-les en llocs (localitzacions) reals per a, quan estigui el projecte 3D finalitzat, poder fer-nos una idea de com quedaria.

#### Interacció amb el model 3D final

Una de les novetats més rellevants en la indústria de la interacció amb el model és la realitat virtual, ja que, gràcies a aquesta innovació, hem tingut la capacitat de posar en pràctica visites virtuals (amb visualitzacions en 360º) de llocs que ni tan sols estan creats o que estan a un lloc molt lluny de nosaltres.

#### Tour Virtual i visites 360º

Com hem vist abans, ja hem arribat a un punt on els espais 360º agafen un paper important en diferents sectors com les immobiliàries i ens permet veure l'interior d'una edificació i de vegades ens possibiliten a fer modificacions al model 3D.

## **6. CATEGORIA DEL MEU PROJECTE EN ELS VIDEOJOC**

El meu videojoc si l'hagués de classificar en les categories vistes estaria a les següents: món tancat, 3D, Simulació i Aventura gràfica.

Aquests gèneres o subgèneres són explicats de la següent manera:

### Món tancat

Aquest gènere és el contrari al de món obert, és a dir, no pots moure't per tot el món al teu gust, ja que aquest no és infinit i tampoc pots alterar res d'aquest món.

### 3D

En aquest gènere ens referim al fet que podem veure tot el que envolta al personatge (edifici, objectes variats, naturalesa...) en tres dimensions en comptes d'un món pla en 2D.

### Simulació

Intenta replicar situacions reals o fictícies on nosaltres, els jugadors, interactuarem amb el mateix per gaudir d'una experiència realista amb l'entorn que se'ns ofereix. Hi ha una gran quantitat de tipus de videojocs de simulació segons la seva temàtica, com la simulació de vol, la de conducció o la de gestió.

### Aventura gràfica

Dels jocs d'aventura vam evolucionar als d'aventura gràfica afegint, com el seu propi nom indica, gràfics per acompanyar als textos. Mentre que aquest gènere s'ha anat desenvolupant, podríem dir que també ha millorat la jugabilitat en canviar la manera de moure el personatge, no només fent-lo escollir opcions per avançar, sinó en fer-lo moure en temps real.

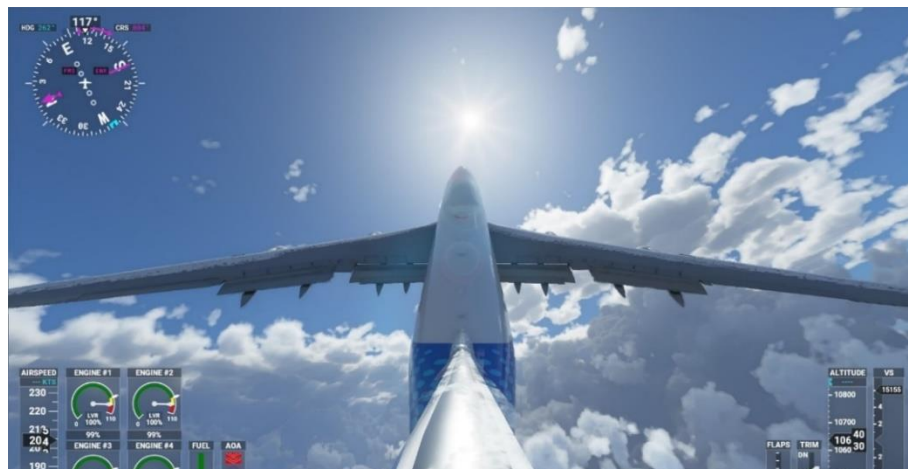
Un exemple que es pugui acoblar a tots aquests gèneres seria el videojoc anomenat "Fórmula 1", ja que, en aquest, el jugador ha de seguir una ruta per a realitzar voltes al circuit (circuit tancats que implicarien el món tancat) i guanyar

carreres mentre veu els altres cotxes, el paisatge, edificis... és a dir, el seu modelatge en 3D i els seus propis gràfics (aventura gràfica). A més, al ser un videojoc on s'és el conductor d'un cotxe de "Fórmula 1", estaria dintre de simulació i a la vegada didàctic, ja que el joc es controla amb un volant de cotxe i els pedals d'aquest, aprenent així gairebé tots els factors que impliquen conduir un cotxe.



Il·lustració 24: partida del joc Fórmula 1.

Un altre exemple podria ser el «Flight Simulator» per les mateixes característiques que hem nomenat abans amb els "Fórmula 1", tot i que aquest joc es podria considerar més un món obert al poder volar a qualsevol lloc del món en qualsevol moment, fent així que el joc vagi creant la resta de món a mesura que vas avançant i jugant.



Il·lustració 25: partida del Flight Simulator

## **7. DIFERENTS PROGRAMES UTILITZATS**

Per a poder realitzar el meu treball de recerca he hagut de mirar diversos programes tant de modelatge 3D com per a la mateixa creació del videojoc (recorregut virtual). Algunes opcions que vaig descartar van ser: Unity, Vray, Render, Blender...

Al final he acabat utilitzant els següents programes:

1. Unreal Engine 4
2. SketchUp
3. AutoCAD
4. Adobe Premiere Pro





## **Unreal Engine (Versió 4)**

La famosa companyia de videojocs “Epic Games” va crear un motor de joc anomenat “Unreal Engine” basat en codi C++ que, tot i que primerament era pagant, el 2015 el van posar gratuït amb unes condicions d’ús i comercialització dels projectes creats amb el seu programa.

Aquest motor ens permet l’ús d’una gran quantitat d’eines per a poder crear el nostre propi joc o la nostra simulació. Algunes d’aquestes eines són: editor de vídeo, de so, codi (programació en “blueprints”) o renderització d’animacions.

Una de les coses que va agradar tant a la gent de “Unreal Engine” va ser el pas cap a la gratuïtat i disponibilitat per a qualsevol usuari interessat a endinsar-se en el món audiovisual.

Per altra banda, hem de dir que en un principi es va crear específicament per a programadors, però això ha canviat gràcies a la seva versatilitat que ens permet crear paisatges, jocs en 2D, entorns de realitat virtual... estant a l’abast de tothom.





Aquest motor, a l’haver desenvolupat tantes millores, és utilitzat en diferents àmbits com l’arquitectura, medicina, enginyeria...

En l’actual versió, “Unreal Engine 4” ha estat capaç d’assolir el màxim realisme possible a qualsevol nivell, des del més bàsic fins al més complex, des del 2D fins a jocs triple A que disposen d’un gran pressupost.

Aquesta versió ha aconseguit una connexió extraordinària amb la realitat virtual, ja que la base d’Unreal ha estat elaborada amb el llenguatge de programació C++ (llenguatge de programació. La intenció de la creació va ser estendre al llenguatge de programació C i afegir mecanismes que permeten la manipulació d’objectes), el qual s’integra amb els “Blueprints” a la perfecció.

La senzillesa en el desenvolupament i procés de creació del joc és un dels avantatges que els programadors agraeixen a “Unreal Engine”.

En definitiva, amb aquest motor de videojocs facilitarà la creació de jocs de realitat virtual amb uns millors resultats (de gràfics, il·luminació, resolució als fotogrames...), ja que la companyia està apostant per aquests àmbits.

 Avantatges 	 Desavantatges 
<p>-Varietat de plataformes: es pot crear un joc per a un dispositiu i més tard, si es vol canviar de plataforma, es pot fer la portabilitat amb facilitat.</p> <p>-Ambient gràfic en 3D: et permet tenir una gran fidelitat a l'hora de crear un joc en 3D.</p> <p>-Cost (Preu): un cop el teu projecte estigui disponible al públic, si aquest obté guanys hauràs de pagar un 5% d'aquests a la companyia d'Epic Games per haver utilitzat el seu motor de joc.</p> <p>- Escalabilitat del producte: molt estès degut al famós llenguatge de programació C++.</p>	<p>- El pes dels projectes: al finalitzar un joc, per molt petit que sigui, pesarà bastant a la memòria i al disc dur, per això haurem de tenir el material que pugui suportar aquest pes.</p> <p>-Poca fama d'Unreal Engine: no és molt conegut, ja que la gran majoria de jocs "indies" no utilitzen aquest tipus de motors de joc sinó que és més utilitzat per als triple A.</p> <p>-Jocs 2D: Unreal és bo per a crear jocs en 3D, però si volem fer-ne un en 2D o retro no obtindrem un resultat tan bo com en 3D.</p> <p>-La comunitat: la comunitat d'Unreal és molt petita comparada amb la d'altres motors de jocs.</p>



## SketchUp





En àmbits com l'arquitectura i l'interiorisme utilitzen aquest programa de modelatge 3D i disseny gràfic que ens deixa dissenyar i crear tot el que estigui relacionat amb un edifici, des de l'estructura fins a la decoració.

Aquesta aplicació va passar per diferents propietaris, després del seu creador Last Softwareen (1999), com Google i Trimble Navigation (al 2012). Aquest últim va expandir l'aplicació gràcies a un lloc web on podies descarregar-te extensions i complements per a la pròpia aplicació.

### Per a què serveix?

Com hem dit abans, aquest programa s'utilitza en moltes àrees, és molt fàcil d'utilitzar i també té una gran quantitat de creacions (models) d'altres usuaris els quals pots aprofitar tu per als teus projectes.

D'altra banda, la gent professional que també utilitza aquest programa són dissenyadors, aparadors... bàsicament gent que vulgui entregar un projecte digital abans de començar a construir-lo a la realitat.





 Avantatges 	 Desavantatges 
<ul style="list-style-type: none"> <li>- És senzill i intuïtiu.</li> <li>- Utilitza mides exactes.</li> <li>- Usat mundialment.</li> <li>- Gran catàleg de funcions i eines.</li> <li>- Importació de CAD a SketchUp i viceversa.</li> <li>- Aprofitament del temps. Menys temps de treball.</li> <li>- Programa poc pesat (ocupa poc espai).</li> <li>- Extenses llibreries.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No aguanta molta geometria.</li> <li>- Si el model pesa molt, el programa no t'anirà bé, és a dir, anirà amb poca fluïdesa.</li> <li>- Si volem fer coses orgàniques, ho haurem de fer amb connectors externs al programa.</li> </ul>



## AutoCAD

És un programa utilitzat a tot el món, però aquest és més especialitzat en temes de plànols tot i que, actualment, hi ha altres funcions semblants al SketchUp com, per exemple, poder veure i decorar el teu disseny (plànol), canviant conceptes d'aquest.

Els arquitectes, dissenyadors gràfics i enginyers són professionals que també utilitzen aquest programa per a fer els seus projectes. Per a poder realitzar-los tenim una gran quantitat de recursos que ens ensenyen les nocions bàsiques per a realitzar diferents plànols o esbossos senzills, però, en l'àmbit professional, podrem arribar a fer fins a maquetes d'arquitectura i presentacions d'enginyeria.

 Avantatges 	 Desavantatges 
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dibuixar el teu plànol de forma fàcil, ràpida i senzilla.</li> <li>- Ens permet convertir el projecte final a diferents formats i compartir-los de forma senzilla i segura.</li> <li>- Ens ofereix una gran quantitat d'eines (colors, etiquetes, opcions de text...) perquè el nostre projecte quedi el més exacte possible amb el màxim nombre de detalls.</li> <li>- Estalvi del temps, ja que no hem de dibuixar primer a mà.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AutoCAD és un programa de pagament que certes persones no es poden permetre.</li> <li>- Amb els recursos bàsics del programa hi ha gent que no en té prou i s'han de pagar cursos d'elevat preu per aprendre a utilitzar-lo completament.</li> <li>- Aquest programa sol ser lent i si posem objectes en 3D el fitxer es torna molt pesat.</li> <li>- Per a utilitzar aquest programa es necessita un ordinador força potent. Com a mínim ha de tenir 2 GB de RAM i 100 GB al disc dur per treballar amb aquest.</li> </ul>

## **Adobe Premiere Pro**

Aquest programa ha estat utilitzat per editar el vídeo final de tot el procediment pràctic del propi videojoc.





### Definició

És un dels programes més complets del mercat que ens permet editar vídeos, gràfics, àudio, imatges... és a dir, un sistema d'edició no lineal. Aquest sistema permet modificar una seqüència de muntatge sense alterar les seqüències o quadres anteriors.

### Característiques

Aquesta aplicació ens ofereix poder organitzar el nostre vídeo (projecte) en pistes d'àudio i vídeo separades amb una interfície compacta que ens permet visualitzar diferents clips o muntatges alhora. Tota l'organització que ens ve determinada la podem ampliar o reduir al nostre gust per tal d'obtenir una millora visual a l'hora de treballar.

Adobe Premiere Pro té una gran varietat d'eines, a part de les bàsiques de moure i retallar, com podrien ser les ondulacions en el temps de clips, afegir-hi text i imatges per sobre del vídeo, edicions de lliscament...

 Avantatges 	 Desavantatges 
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatibilitat amb altres programes, de format de fitxers i amb diferents sistemes operatius com MAC i Windows.</li> <li>- Modificacions dels àudios.</li> <li>- Transicions i efectes.</li> <li>- Constantment actualitzat.</li> <li>- Exportació en diferents formats.</li> <li>- Bon control del nostre projecte.</li> <li>- Flux de treball ràpid.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cost elevat.</li> <li>- Errors amb dades, generalment en vídeos 4K.</li> <li>- No hi ha efectes especials.</li> </ul>

## **8. BLUEPRINTS**

Els “Blueprints” són usats en molts de programes a part de la programació en C++, però hi ha un on té un paper molt important i és en l’Unreal Engine. Aquests “Blueprints” estan formats per nodes que ja venen programats per a fer les funcions específiques, i si els unim com si fos un diagrama de flux podrem determinar-li el comportament que vulguem donar-li.

Com hem dit, els nodes venen ja programats amb C++ i això permet als programadors modificar-los o crear-ne els seus.

Amb això ens podríem preguntar: “Llavors, és possible crear un videojoc des de zero sense conèixer res de programació?”. Així és, amb els “blueprints” podem fer-ho, ja que una de les coses que ens ofereixen és que no fa falta saber programar per utilitzar-los, tot i que algun concepte com variable, funció, esdeveniment... s’hauria de saber.

### **Blueprints Unreal: funcions**

Dintre d’Unreal Engine hi ha “assets” (“blueprints”), successions d’ordres visuals i connectors dels nodes amb els quals podem crear diferents elements permetent així fer un videojoc de forma més senzilla i molt visual, cosa que ajuda molt a la gent nova en aquest món.

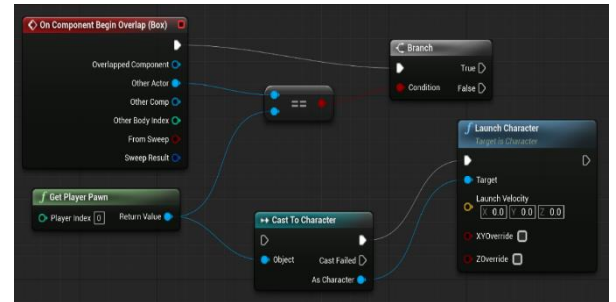
Algunes possibilitats que ens ofereixen els “blueprints” a Unreal són:

- Crear ítems (objectes com armes, taules, finestres...), partícules (foc, neu, pluja...), diferents perspectives.
- Crear malles, materials, personatges
- Interacció amb els menús.
- Modificar, implementar i crear elements.
- Interactuar amb l’entorn.



## Tipus de blueprints

Després d'haver explicat que són, algunes funcions i possibilitats que ens ofereixen parlarem dels tipus que hi ha. En són diversos, però els més importants o més utilitzats són els següents:



Il·lustració 26: imatge extreta del propi treball. Programació del personatge.

- Blueprint Class

Aquest tipus ens concedeix afegir funcionalitats i continguts al tipus de jocs ja creat.

- Level Blueprint

Aquest “Blueprint” controla els nodes de nivells. Cada nivell que tinguem hi haurà un d’aquests per defecte, ja que no en podem crear nosaltres de nous. També ens facilita un dispositiu de control per a fer directes (“streams”) i comunicar-nos amb esdeveniments.

- Blueprint interface

Aquest tipus es podria dir que és el més important de tots, ja que és el que permet compartir i enviar dades dels altres “blueprints”. Aquestes col·leccions es poden posar a altres i són els creadors els que en poden fer, però estan limitats a certes funcions.

- Widget Blueprint

Amb el “widget blueprint” podem fer tots els menús del nostre joc i gràcies a aquest obtindrem una previsualització del nostre projecte.

- Animation Blueprint

Tal com el seu nom indica, aquest “blueprint” fa la funció de controlar les animacions de tot el que es mou o, dit d’una altra manera, tenir el control d’una malla esquelètica. Dintre d’aquest editor és on podem barrejar les animacions, fer modificacions a l’esquelet...

## **9. Metodologia**

El projecte pràctic (marc pràctic) està situat al “pendrive” i les indicacions amb les instruccions i alguna nota informativa o consell hi apareixen en l'altre document adjunt en la mateixa carpeta. Aquest document s'anomena “Instruccions Projecte Jota”.

Per a poder aconseguir una part pràctica com l'obtinguda, primerament he hagut d'aconseguir tota la informació prèvia com plànols, organitzar com podria ser el procediment, amb quins programes podia treballar per arribar al final i aconseguir un bon resultat i per últim plantejar els passos a seguir i els factors amb els quals em podia trobar.

Després de tenir tot el plantejament del treball a realitzar em vaig fer una llista del propi procés i les pautes a seguir.

Aquest procés és el següent:

- Demanar a l'institut si em podien facilitar els plànols de l'edifici en paper.
- Un cop obtinguts els mateixos plànols, organitzar-los per ordre de seccions, o, en el meu cas, ho vaig organitzar amb un ordre el qual estava organitzat començant per la zona més baixa per a poder, posteriorment, calcular pels meus propis mètodes les alçades per al 3D de més endavant.
- Després d'això, vaig haver de demanar si els tenien en digital per a facilitar el gruix de totes les parets, ja que, tot i que hi havia dades, els plànols en paper estaven incomplets.
- Amb això, vaig començar a buscar tots els programes necessaris per a començar a fer l'estructura de l'edifici. Primerament, em vaig plantejar

treballar directament amb l'Unreal Engine, però, finalment, em vaig decidir per l'AutoCAD per les prestacions que aquest m'oferia.

- Després d'haver instal·lat el programa (AutoCAD) i haver obtingut els plànols digitals, vaig començar a eliminar tot el que no era necessari per a quedar-me només amb el més essencial, és a dir, les parets.
- Un cop eliminada la informació anomenada, em vaig trobar amb la falta d'algunes mesures que no em permetien avançar i que vaig haver de realitzar personalment.
- Seguidament, vaig haver de repassar totes les línies del plànol creant una capa de les "parets" anomenada polilínia, que, al ser una seqüència de línies connectades creades com un únic objecte, es poden crear segments de línies rectes que em permeten la construcció dels gruixos de les parets, ja que els vèrtexs romanen units i podria eliminar tota la resta de línies. Aquesta seria la que més endavant exportaria a un altre programa.
- En l'AutoCAD em vaig trobar amb un problema: les portes estaven per separat i per a poder crear el 3D ho havia de tenir tot tancat per a després buidar diversos llocs.
- Després d'això, vaig exportar-lo a un altre programa: l'Sketchup.
- Dintre d'aquest vaig importar la polilínia de l'AutoCAD .
- Per a poder aixecar els murs (parets) vaig haver de crear cares amb un "plugin" (extensió) que les creava automàticament.

- Un cop compostes les cares, vaig començar a fer els càlculs corresponents per a trobar totes les alçades de totes les parts de l'institut. Aquí vaig aplicar les mesures a les diferents parts.
- Un cop vaig aixecar totes les parets, vaig revisar que tot estigués amb la seva mesura amb una ferramenta anomenada metro (instrument de mesura) del mateix programa.
- La dificultat de l'edifici va ser el desnivell que trobem amb les rampes. Aquestes vaig haver de crear un triangle a la paret aixecada que em permetia crear-la i donar-li volum.
- Després d'això, vaig començar a buidar dintre de cada espai totes les portes i finestres.
- En aquest punt van sorgir problemes, ja que, per a realitzar el buidatge de l'estructura, havia de basar-me en la meua visió de l'espai i la meua memòria, més o menys, ja que en els plànols no estaven ben indicades ni les alçades ni el seu gruix.
- Finalment, vaig tapar tot l'edifici i vaig haver d'anar aula per aula creant petits grups d'elements (parets, sòl...) per a posteriorment poder aplicar tot el que falta (textures, materials...).
- Amb l'estructura realitzada vaig tornar a exportar el projecte al programa final: l'Unreal Engine.
- A l'exportar aquest fitxer en format Unreal, aquest no es va realitzar correctament, ja que li posava una textura i s'aplicava a tot l'edifici.
- Llavors, per a solucionar aquest error, vaig haver de tornar un altre cop al SketchUp per a anar creant petit grups dintre i fora de l'edifici i, aquesta

vegada, exportar-lo en un format 3D anomenat “fbx”. D’aquesta forma es va exportar correctament.

- Després, vaig haver de fer un recull de fotografies de gairebé totes les aules, despatxos, laboratoris... i tenir tots els detalls per a posar la decoració (models 3D).
- A continuació, em vaig posar a buscar tot el mobiliari i descarregar-lo per a comprovar que es pogués adaptar bé al programa.
- Aquí em vaig trobar amb una altra dificultat i era que molts dels models en 3D eren de pagament o no venien amb textures ni materials, condició imprescindible per a l’exportació.
- Un cop seleccionat el mobiliari més semblant possible, vaig començar a exportar-lo un per un creant el moblament del projecte i aplicant als mateixos les col·lisions (impedint al personatge travessar les parets i que la càmera d’aquest no faci el mateix). Quan exportava el mobiliari ho havia de fer en format “fbx”, fusionant totes les cares (polígons) que tenia l’objecte i també important totes les característiques del propi.
- Al mateix temps, vaig crear els meus propis materials basats en imatges per a poder fer les textures i acabats i posar-les a tot l’interior i l’exterior de l’edifici, ja que els materials (fets en textures) predeterminats no em permetien tenir l’acabat que volia.
- Per aplicar-les, havia d’anar a cada grupet creat anteriorment al SketchUp i arrossegant el material (creat a base d’una textura d’una imatge).
- Després de tot això, vaig començar a crear el personatge i programar les seves animacions de moviment mitjançant la pàgina web anomenada Mixamo.

- Amb això, vaig fer la primera prova de testatge per a trobar possibles “bugs” (errors) i que efectivament així va ser. El principal problema va ser el personatge el qual no s’adaptava a l’esquelet del maniquí (personatge) d’Unreal i el vaig haver de modificar de nou.
- Finalment, vaig voler fer una prova de descarregar l’executador del projecte final o dit d’una altra manera, l’empaquetament per a poder entrar directament al joc sense editar res. Aquí, com intervenen factors de llenguatge de programació bastant avançats, m’he trobat amb diferents errors difícils de solucionar.
- Arran d’això, vaig haver buscat una alternativa i és portar la meua torre (ordenador personal de taula) a l’institut i amb un cable HDMI connectar-lo al projector per a la presentació.
- Després de tot això, vaig mirar de posar algun detall extra al treball, com podrien ser: aigua a les piques dels lavabos, posar físiques a les pilotes del gimnàs i reduir la velocitat del moviment i salt del personatge.



## **10. LA REALITAT VIRTUAL (VR)**

### **10.1 Definició**

Si busquem la definició de realitat virtual a internet ens traurà, amb més o menys precisió, una descripció tal que així: «Representació d'escenes o imatges d'objectes produïda per un sistema informàtic, que fa la sensació de la seva existència real.»

Per altra banda, podríem dir que gràcies a unes ulleres de realitat virtual i els seus complements (auriculars, cascos...) ens podem endinsar en un món virtual que pot ser real o pot ser fictici, però gaudint d'una experiència realista amb la qual ens podríem creure que hi estem allí físicament. Això mateix és l'objectiu d'aquesta tecnologia.



*Il·lustració 27: exemple d'un joc de realitat virtual anomenat Beat Saber amb una imatge meva jugant-hi durant un viatge d'Erasmus.*

Tot i que actualment no hi ha una gran quantitat de desenvolupadors (aplicacions) per fer més extensa aquesta tecnologia, aquesta arribarà un moment en el qual marcarà un abans i un després en el món de la tecnologia (multimèdia, cinema, videojocs...).

Com hem dit abans per a utilitzar la realitat virtual necessitem com a mínim unes ulleres de realitat virtual. Les característiques que presenten són les següents:

- Maquinària necessària
- Angle de visió
- Resolució
- Sensors
- Taxa de refresc
- Àrea de rastreig

### **10.2 Mecanismes que intervenen en la VR**

Són cinc els factors que intervenen en els principals mecanismes de la realitat virtual:

#### **- Gràfics 3D**

Ens permeten veure tot el que ens envolta en tres dimensions per a tenir una sensació de realitat.

#### **- Estereoscòpia**

Les imatges en 3D necessiten una profunditat i un realisme més detallat. Aquí és on intervé aquesta tècnica, fent que la ment “superposi” dues imatges en paral·lel creant així aquesta profunditat.

#### **-Simulació de comportament**

Un personatge no fa sempre les mateixes accions sinó que contínuament les canvia (evolucionant, improvisant) i això fa que tinguin múltiples variables.

#### **-Facilitat per a navegar**

Quan estarem movent el nostre personatge no ho farem amb les nostres ulleres sinó que tindrem una aplicació connectada per a controlar-lo de forma senzilla o tindrem uns controladors a les mans connectats a les ulleres per a simular millor el moviment del protagonista o «avatar» del nostre joc. De les dues formes s'aconsegueix una sensació d'intuïció, el que fa que sigui molt més fàcil adaptar-se a aquest tipus de realitat.

Els sentits que estimulem més quan estem utilitzant la realitat virtual són la vista i l'oïda. Per això, dintre del món de VR d'avui en dia és tan important poder aconseguir un aïllament del món real per a una completa immersió en aquest.

Dintre del comerç de la realitat virtual algunes empreses que les desenvolupen són:

- Samsung
- Meta
- Sony
- HTC/Valve
- Starbreeze Studios
- Microsoft
- Google
- LG

Meta és l'empresa líder en el desenvolupament del metavers del qual en parlarem més endavant. Aquesta ha desenvolupat les ulleres més populars del mercat actualment: Oculus Quest 2.



*Il·lustració 28: ulleres Oculus Quest 2*

### **10.3 Diferències entre la Realitat Virtual (VR) i la Realitat Augmentada (AR)**

Tot i que molta gent pot arribar a confondre ambdues realitats, hi ha una diferència clau entre aquestes.

La realitat virtual busca que ens traslладem a un altre món, totalment virtual, oblidant-nos del real i privant-nos a nosaltres, els usuaris, la capacitat de rebre estímuls externs un cop endinsats en el món virtual.

En canvi, la realitat augmentada pretén incorporar elements virtuals a la realitat sense privar-nos dels estímuls del nostre entorn.

També cal tenir en compte que cadascuna de les realitats fa ús de diferents eines específiques per a cada funcionalitat d'aquestes.

## **11. METAVERS**

El metavers es pot definir com un món de VR on moltes de les grans empreses com Google, Apple, Microsoft i principalment Meta (abans coneguda com a Facebook) estan posant milions de dòlars per a avançar en aquesta innovació.

### **11.1 On sorgeix la idea?**

Aquesta idea, sorprenentment, la treu un autor de novel·les, Neal Stephenson, a la seua obra anomenada “Snow Crash”, on el seu protagonista es troba i recorre un altre món anomenat el Metavers. Posteriorment, aquesta novel·la va servir d’inspiració a les sèries “The Matrix” i “Ready Player One”.

### **11.2 Que ens ofereix?**

Plans com poder fer reunions de treball, visitar a un familiar, visitar un museu, una casa que ens volem comprar... són algunes de les possibilitats que ens ofereix el metavers. Com que ens trobem en un espai tridimensional molt més immens que qualsevol pantalla d’un dispositiu electrònic, el nombre de possibilitats s’eleva tan exponencialment que es consideren infinites.

Tot i que encara continua en desenvolupament, ja hi ha hagut diverses aproximacions, totes relacionades amb món dels videojocs. Una de les més rellevants l’ha dut a terme “Fortnite”, un dels videojocs més populars actualment. “Fortnite” va apostar per organitzar concerts als quals es van arribar a connectar més d’un milió d’usuaris mitjançant unes ulleres de VR o cascs.



*Il·lustració 29: concert considerat un possible inici del metavers al videojoc “Fortnite”.*

## **12. CONCLUSIONS**

Un cop explicat tots els aspectes que té el fet de crear un videojoc podem treure diverses idees principals.

En primer lloc, s'ha mostrat com el fet de crear un videojoc és molt més difícil del que pot arribar a semblar, ja que aquest porta un gran procés des de la primera pluja d'idees fins al llançament i publicitat d'aquest.

Tots els diferents processos d'una creació com aquesta són igual d'importants, però en el que es diferencien és en el temps que tardem a fer cadascun d'aquestes accions. També que, en aquest món, la tecnologia ha evolucionat de forma exponencial. Això es podria considerar un gran avenç mundial.

Tot tenint aquesta informació, si ens situéssim al principi de la recerca i haguéssim preguntat a la gent com es crea un videojoc, la resposta possiblement seria: és difícil crear-ne un, però crec que, un cop et poses a crear-lo i el vas modificant a partir de les idees que et surten, el pots fer fàcilment.

Amb això podem destacar, i molt, el procés de producció, o també anomenat creació, per a fer entendre que el desenvolupament conté unes fases prèvies i posteriors. Inclús podríem considerar alguna fase intermèdia (per a veure si hi ha errors).

En el cas del meu projecte, s'ha intentat fer-hi un videojoc, però més enfocat a fer un recorregut virtual per un institut, partint de zero en aquests coneixements i programes.

Pel que fa a aquesta part pràctica, els resultats han estat bastant difícils d'obtenir, ja que, com s'ha dit abans, és un procés molt llarg. Tot començant-lo molt aviat i després d'haver fet totes les corresponents proves perquè funcionés bé l'avatar, comprovar que l'ordinador pogués aguantar el pes del projecte i de fer tot l'edifici amb el seu mobiliari adequat... sempre et queda la sensació que vols afegir nous detalls o polir d'altres, és a dir, és un projecte que es pot continuar millorant i perfeccionant-se, però es necessitaria molt més temps. En el procés vam tenir

moltes dificultats, algunes de les quals inesperades, que, a base de vídeos i hores de proves es van acabar resolent.

Tot i les adversitats que hi ha hagut en aquest treball, s'ha aconseguit tirar endavant i puc mostrar un treball que m'ha fascinat realitzar i durant el desenvolupament d'aquest s'han après molts conceptes i tècniques diferents per aplicar-les en un futur. També he de dir que la gent que ha provat aquest projecte els ha sorprès gratament el resultat i tots van coincidir que el resultat és admirable per ser un projecte fet des de zero i la semblança que hi té amb l'edifici real.

Per tant, podríem dir que el resultat d'aquesta part pràctica realitzada ha estat un èxit, ja que, queda demostrat que es pot fer un disseny d'un videojoc a través de l'esforç, la investigació i la voluntat d'afrontar els reptes, aprenent nous programes digitals, cosa que, al final és el que els enginyers fan per desenvolupar productes que ens milloren la qualitat de la vida.

### **13. WEBGRAFIA**

- “Youtube” – <https://www.youtube.com> [abril 2021]
- Google Imatges – [www.google.es](http://www.google.es) [setembre 2022]
- “Fòrum Unreal Engine” - <https://forums.unrealengine.com/categories?tag=unreal-engine> [juliol 2022]
- “3d Warehouse” - <https://3dwarehouse.sketchup.com/> [agost 2021]
- “Mixamo” - <https://www.mixamo.com/#/> [juny 2022]
- “3D lancer” - <https://3dlancer.net/es> [juliol 2021]
- “Unreal Engine (Epic Games)” - <https://www.unrealengine.com/es-ES> [gener 2021]



## 14. ANNEXOS

