

Informatika Ingeniaritzako Gradua  
Konputagailuen Ingeniaritza

Gradu Amaierako Lana

---

**Errealitate Birtualerako Bolo Joko baten  
Garapena**

---

Egilea

*Oihane Roca Garcia*

2021



Informatika Ingeniaritzako Gradua  
Konputagailuen Ingeniaritza

Gradu Amaierako Lana

---

**Errealitate Birtualerako Bolo Joko baten  
Garapena**

---

Egilea

*Oihane Roca Garcia*

Zuzendaria(k)

Aitor Soroa Echave



---

## **Laburpena**

---

Errealitate birtuala hazten ari den teknologia da eta gaur egun garapen bilakaera fasean dago. Garapen hori aprobetxatuz, proiektu hau garatu da.

Proiektu honetan Errealitate Birtualerako joko txiki bat planteatu, diseinatu eta programatu da. Helburua da joko funtzional baten exekutagarria izatea da, Oculus Quest 2 betaurrekoentzat. Jokoa bolatoki batean girotuta dago eta lehen pertsonan jokutzen da. Jokalaria pista baten aurrean kokatuta egongo da eta bere helburua aurrean izango dituen boloak bola bat jaurtiz botatzea izango da.

Jokoaren modelatu guztia Blender aplikazioan garatu da eta inplementazioa Unity3D motore grafikoan.



---

# Gaien aurkibidea

---

<b>Laburpena</b>	<b>i</b>
<b>Gaien aurkibidea</b>	<b>iii</b>
<b>Irudien aurkibidea</b>	<b>vii</b>
<b>Taulen aurkibidea</b>	<b>ix</b>
<b>1 Sarrera</b>	<b>1</b>
1.1 Zer da Errealitate Birtuala? . . . . .	2
1.2 3D Modelatzea . . . . .	2
<b>2 Proiektuaren Helburuen Dokumentua</b>	<b>5</b>
2.1 Proiektuaren deskribapena eta helburuak . . . . .	5
2.2 Proiektuaren plangintza . . . . .	5
2.2.1 LDE diagrama . . . . .	6
2.2.2 Lan paketeak . . . . .	6
2.2.3 Emangarriak . . . . .	9
2.2.4 Denbora planifikazioa . . . . .	10
2.3 Lan metodologia . . . . .	12
2.4 Informazio-sistemak . . . . .	12
	iii

---

2.5	Komunikazio-sistemak . . . . .	13
2.6	Arriskuen kudeaketa . . . . .	13
2.6.1	Arriskuak . . . . .	13
2.6.2	Prebentzioa . . . . .	14
2.7	Jarraipen eta kontrola . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Gaur egungo egoera</b>	<b>17</b>
3.1	Erabilera profesionalak . . . . .	18
3.2	Errealitate Birtual motak . . . . .	19
3.3	Errealitate Birtualerako plataformak . . . . .	21
3.4	Errealitate Birtualerako kasko alderaketa . . . . .	22
3.5	Motore grafikoak . . . . .	24
3.6	3D Modelatzaileak . . . . .	25
<b>4</b>	<b>Diseinua eta garapena</b>	<b>27</b>
4.1	Jokoaren deskribapen orokorra . . . . .	27
4.2	Jokoaren helburuak . . . . .	28
4.3	Jokoaren zehaztapenak . . . . .	29
4.3.1	Garapen tresnak . . . . .	29
4.3.2	Plataforma . . . . .	29
4.3.3	Generoa . . . . .	29
4.3.4	Pertsonaia eta elementuak . . . . .	29
4.3.5	Jokoaren dinamika . . . . .	29
4.3.6	Diseinu grafikoa . . . . .	30
4.3.7	Musika eta audioa . . . . .	30



---

<b>5</b>	<b>Modelatzea</b>	<b>31</b>
5.1	Objektuak . . . . .	31
5.1.1	Pistak . . . . .	31
5.1.2	Boloak . . . . .	32
5.1.3	Aulkiak eta mahaiak . . . . .	33
5.1.4	Sofa eta mahaia . . . . .	33
5.1.5	Bola-euskarri handia . . . . .	34
5.1.6	Bolak . . . . .	35
5.1.7	Aplikeak . . . . .	35
5.1.8	Pantailak . . . . .	36
5.2	Oinarri gela . . . . .	36
5.3	Argiak . . . . .	37
5.4	Erabilitako testurak . . . . .	38
<b>6</b>	<b>Implementazioa</b>	<b>39</b>
6.1	Blender aplikaziotik Unity motorrera integrazioa . . . . .	39
6.2	Objektuen aldaketa . . . . .	40
6.2.1	Collider gehiketak . . . . .	41
6.2.2	Rigidbody gehiketa . . . . .	42
6.3	Argien doiketa . . . . .	42
6.4	Programazioa . . . . .	43
6.5	Scriptak . . . . .	43
6.5.1	Controles.cs scripta . . . . .	43
6.5.2	BallController.cs scripta . . . . .	45
6.5.3	GameController.cs scripta . . . . .	45
6.6	Canvas . . . . .	46

---

6.7	Soinuak gehitu . . . . .	47
6.8	Aplikazioa Oculus Quest 2 betaurrekoetara moldatzen . . . . .	48
6.8.1	Paketeen inportazioa . . . . .	48
6.8.2	Aldaketak <i>GameObject</i> -etan . . . . .	49
6.8.3	Aldaketak scriptetan . . . . .	51
6.8.4	Probak . . . . .	51
<b>7</b>	<b>Ondorioak eta etorkizuneko lana</b>	<b>55</b>
7.1	Ondorioak . . . . .	55
7.2	Etorkizuneko lana . . . . .	57
<b>Eranskinak</b>		
<b>A</b>	<b>A. Eranskina</b>	<b>61</b>
<b>B</b>	<b>B. Eranskina</b>	<b>63</b>
<b>C</b>	<b>C. Eranskina</b>	<b>65</b>
<b>Bibliografia</b>		
		<b>67</b>

---

## Irudien aurkibidea

---

2.1	LDE diagrama . . . . .	6
2.2	Gant diagrama . . . . .	11
3.1	EBa eguneroko bizitzan . . . . .	18
3.2	Oculus Quest 2 betaurrekoak eta kontroladoreak . . . . .	23
3.3	EB kaskoek duten DoF edo askatasun-mailen aukerak. . . . .	24
5.1	Jokoan agertzen diren pisten adibide bat . . . . .	32
5.2	Boloaren zirriborroa . . . . .	32
5.3	10 boloak . . . . .	33
5.4	Aulkiak eta mahaia objektua . . . . .	33
5.5	Sofa eta mahaia objektua . . . . .	34
5.6	Bola-euskarri handia objektua . . . . .	34
5.7	Bola baten adibidea . . . . .	35
5.8	Aplike objektuetako adibide bat . . . . .	35
5.9	Pantaila bat . . . . .	36
5.10	Eszenaren atzeko aldea objektuekin . . . . .	37
5.11	Eszenaren aurreko aldea objektuekin, pisten aldea . . . . .	37
6.1	Blender aplikazioa esportazioa egitea . . . . .	39

6.2	Materialak inportatzeko laguntza . . . . .	40
6.3	OnClick nola geratu behar den . . . . .	47
6.4	OVRCameraRig konfigurazioa . . . . .	50
6.5	EventSystem konfigurazioa . . . . .	51
6.6	Jokoa hasieratzean ikusten dena . . . . .	52
6.7	Jokoan jaurtiketa bat egitean ikusten dena . . . . .	53

---

## Taulen aurkibidea

---

2.1 Ordu estimazioa . . . . .	7
2.2 Mugarrien taula . . . . .	12
2.3 Desbiderapen taula . . . . .	15
4.1 Jokoaren kontrolak . . . . .	30



# 1. KAPITULUA

---

## Sarrera

---

Gaur egun Errealitate Birtualaren (EB) teknologia oso garatuta dago eta edonork eskura ditzake errealitate birtualerako tresnak, hala nola, betaurrekoak, mandoak eta abar. Gainera, EB aplikazioak garatzeko hainbat tresna dago eskuragarri gaur egun interneten, adibidez 3D motoreak.

Honek aukera paregabea eskaintzen du Errealitate Birtualeko aplikazioak garatzeko, eta horietatik famatuenak direnak, hain zuzen ere, jokoak. Proiektu honetan horrelako aplikazio bat garatuko da, bolatoki batean girotua, eta aukera emango dio ikasleari teknika honetan murgiltzen, eta graduan zehar 3D grafikoaren inguruan ikasitako hainbat kontzeptu praktikan jartzen.

Proiektu honetan EBrako boloen joko baten garapena egin da <sup>1</sup>. Prozesuan zehar jokoa diseinatu, 3D modelatu osoa sortu eta inplementazioa egin da. Jokoa lehen pertsonakoa da eta jokalaria pisten aurrean kokatuta egongo da. Erabiltzaileak horretarako egokituta dauden EB betaurrekoak eskuragarri baditu, gela osotik mugitu ahalko da.

Guztira hiru pista daude baina bakarrik erdiko pista erabili daiteke jolasteko. Bertan hamar bolo kokatuta daude, eta erabiltzaileak bola bat hartu beharko du eta aurrean dituen boloetara jaurti.

---

<sup>1</sup>Proiektua garatzeko beharrezko informazio iturri guztiak C. eranskinean aurki daitezke.

## 1.1 Zer da Errealitate Birtuala?

Errealitate Birtualari (EB) buruz hitz egitean, gutako askori bururatzen zaizkigu ‘Minority Report’ edo ‘Ready Player One’ bezalako zientzia fikziozko filmak. Hala ere, egia da gaur egun gure eguneroko bizitzarekin guztiz kamuflatuta dagoen teknologia dela. Bideo-jokoak, medikuntza, hezkuntza... Errealitate Birtuala hona heldu da geratzeko. Baina, zertan datza zehazki?

EB benetako itxura duten eszenen eta objektuen ingurunea da - informatika teknologiak sortua - erabiltzailea bertan murgilduta egotearen sententzia sortzen duena. Ingurune hori EBko betaurrekoak edo kaskoa deritzon gailu baten bidez ikusten da. EBri esker bideo-jokoetan murgildu gaitezke pertsonaiak bagina bezala, medikuntzaren arloan esaterako, bihotzeko kirurgiak zehaztasun handiagoz egiten ikasiko dugu edo kirol munduan entrenamenduen kalitatea hobetuko dugu errendimendu maximoa lortzeko.

Horrek, oso futurista dirudienak, ez du pentsa genezakeen jatorria. Izan ere, askok uste dute Errealitate Birtualeko lehen gailuetako bat Sensorama deiturikoa izan zela. Sensorama gailua 3D filmak erreproduzitzen zituen, usainak igortzen zituen eta bibrazioak sortzen zituen makina bat zen, esperientzia ahalik eta biziena izan zedin. Asmakizuna 50. hamarkadaren erdialdera arte ez zen askora heldu. Hortik aurrera, hurrengo urteetan, teknologia eta software garapenak gailuetan zein interfazeen diseinuan garapen garrantzitsuak ekarri zituen.

## 1.2 3D Modelatzea

3D modelatzea ordenagailuan instalatutako edo Interneten dauden programen bidez hiru dimentsiotako formak sortzeko erabiltzen den teknika da. Nolabait esateko, 3D modelatzeak taila edo eskultore batek obra bat eraikitzerakoan egiten duen lanaren antza du.

Gaur egun arkitekturaren arloan espezialitate garatuenetako bat 3D modelatzea da. Hori dela eta, eboluzio teknologikoari esker, gaur egun ideiak burutik kentzea eta forma digitalera itzultzea posible da, besteek ikusi eta uler dezaten proiektu batek nolakoa izan behar duen komunikatu nahi diegunean.



3D modelizazioa iritsi zenetik, diseinatzaileek, marrazkilariek, informatikoek, arkitektoek eta, oro har, marrazketarekin eta diseinuarekin zerikusia duten profesional guztiek, giza begiarentzat anbiguoak izan daitezkeen formak irudi digital bihurtzeko trebetasunak garatzea lortu dituzte.

3D modelizazioarekin tekniken artean gehien erabiltzen direnak hurrengoak dira:

- **Nurbs:** kurbak eta gainazalak irudikatzen dituzten ereduak sortzen ditu.
- **Eskultura digitala:** bere izenak dioen moduan, teknika honekin eskultura diseinatu eta egiteko prozesua emulatuko da pausoz pauso.
- **3D ertzak modelatzea:** giza aurpegia irudikatzeko teknikarik erabilienetako bat da benetako ezaugarriak galdu gabe. Izan ere, 3D modelizazioak gizakiaren aurpegiaren erretratuen diseinuan duen garrantzia da profil benetan humanizatuak sor daitezkeelako.

Gaur egun, eboluzio teknologikoari esker, hainbat programa daude, non era guztietako formak eta objektuak diseinatu daitezkeen 3D modelazioarekin. Arkitekturako eta / edo diseinuko profesional gisa, 3D modelizaziorako aplikazioa produktu komertzialetara zuzentzen da gehienetan.

Egia da baliabide mota hau ezin hobea dela arkitektoentzat, digitalizatzaileentzat, diseinatzaileentzat, besteak beste. Hala ere, 3D modelizazioa ondoen erabiltzen den lan-adarrak hauek dira:

- Era guztietako publizitatea egiten dituzten agentziak.
- Telebistaren industria.
- Irudi digitaletan espezializatutako mota guztietako artista eta diseinatzaileak.

3D modelazioarekin burura norberari datorkion edozein forma birsortu ahal izango da eta hori, onartzen duen irudi digitalik gabe, ikusle bakoitzaren esku egongo litzateke irudiarren kontzeptua ulertzea eta ikustea.

Hala ere, 3D modelatzeak animaziozko film baterako ekintza figura diseinatzeaz harago doazen funtzioak ditu. Teknika honek medikuntzaren arloan ere mesede egin du,

giza anatomiaren hiru dimentsiotako ereduak irudikatuz.

Baita, industria eta automobilgintza mekanikaren alorrean, adibide batzuk jartzeko ere. 3D modelizazioarekin modeloak edo eredu baten zatiak sor daitezkeenez, gero bere funtzionamendua sistema bakar gisa behatzeko muntatzen dira.

## 2. KAPITULUA

---

### Proiektuaren Helburuen Dokumentua

---

Kapitulu honetan proiektua aurrera eramateko zehaztu diren helburuak azalduko dira. Horretaz gain, lehenik, proiektua garatzeko sortu den plangintza, jarraitutako lan metodologia eta informazio- eta komunikazio-sistemak erakutsiko dira. Ondoren, proiekturako sortu diren arriskuen kudeaketa aztertuko da eta proiektuan sortu diren interesatuak azalduko dira. Amaitzeko, proiektuaren jarraipena eta kontrola ikusiko da.

#### 2.1 Proiektuaren deskribapena eta helburuak

Proiektu honen helburu nagusia Oculus Quest 2 betaurrekoentzat joko bat garatzea da. Jokoa bolatoki batean girotuta dago. Bertan partida bat jokatu ahal izango da, puntuazioa denbora errealean erakutsiz.

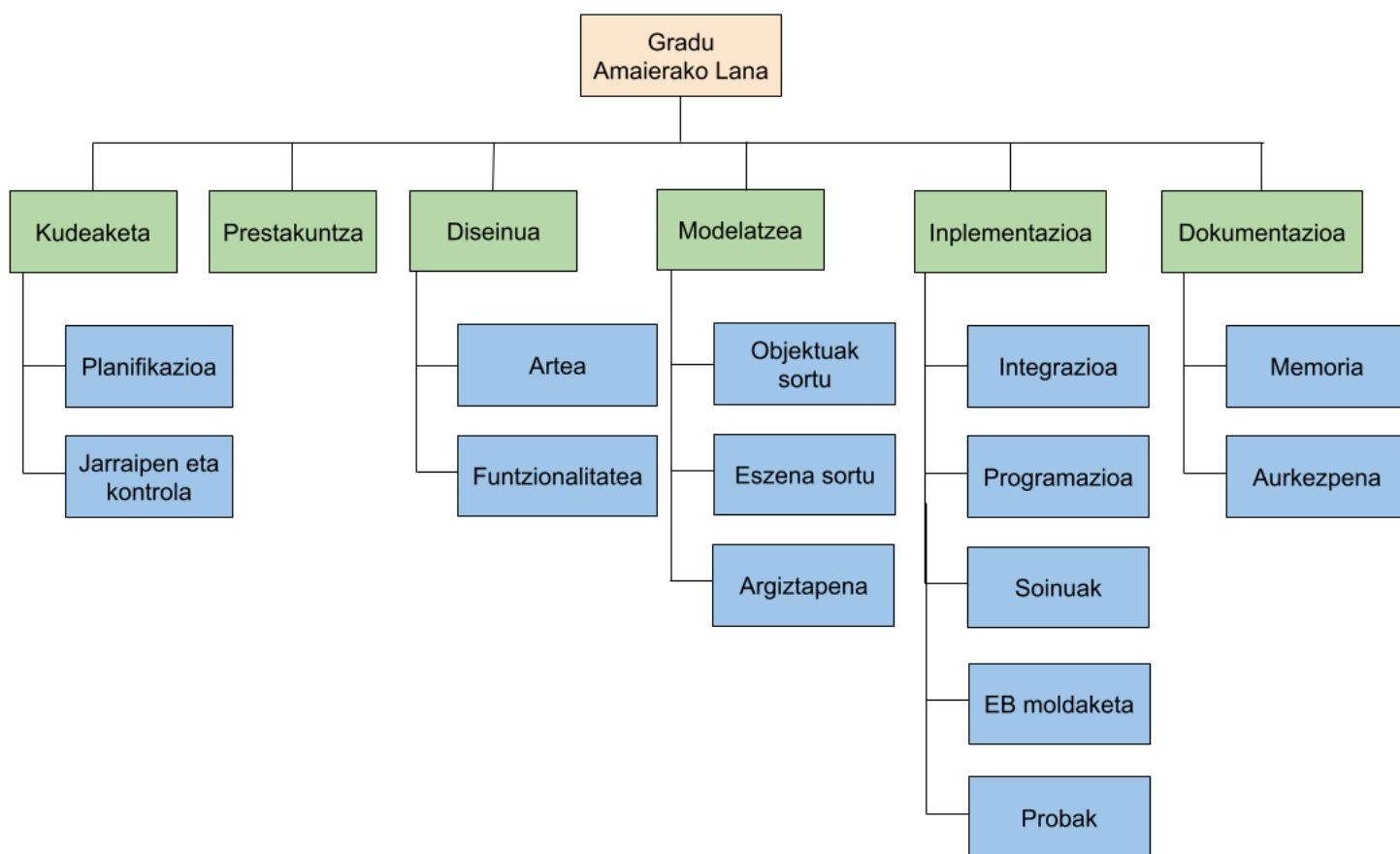
Jokalaria erdiko pistaren aurrean kokatuta egongo da eta aurrean dauden 10 boloak bota beharko ditu ondoan duen bola jaurtiz. Erabiltzailea gela guztitik mugitu ahalko da nahi badu.

#### 2.2 Proiektuaren plangintza

Atal honetan, proiektua garatzeko beharrezkoak izango diren atazak azalduko dira.

### 2.2.1 LDE diagrama

Proiektuan zehar burutu behar izango den lan guztia egituratzeko, Lanaren Deskonposaketa Egitura (LDE) diagrama erabili da. 2.1 irudian ikusi daiteke zein izan den lortutako diagrama, ataza bakoitzean behar diren jarduerak zehaztuz.



**2.1 Irudia:** LDE diagrama

### 2.2.2 Lan paketeak

2.1 taulan ikus daiteke ataza bakoitza betetzeko esleitu den ordu estimazioa. Nahiz eta estimazioa den, denbora errealetik asko ez urruntzea ahalegindu da. Hala ere, proiektuan zehar hainbat arazo eta desbiderapenak egon daitezke.

	<b>ORDU ESTIMATUAK</b>	<b>ORDU ERREALAK</b>
<b>LP1 - Kudeaketa</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
A1.1 - Planifikazioa	3	5
A1.2 - Jarraipen eta kontrola	7	5
<b>LP2 - Prestakuntza</b>	<b>35</b>	<b>50</b>
<b>LP3 - Diseinua</b>	<b>12</b>	<b>25</b>
A3.1 - Artea	6	10
A3.2 - Funtzionalitatea	6	15
<b>LP4 - Modelatzea</b>	<b>90</b>	<b>80</b>
A4.1 - Objektuak sortu	30	35
A4.2 - Eszena sortu	40	30
A4.3 - Argiztapena	20	15
<b>LP5 - Inplementazioa</b>	<b>113</b>	<b>114</b>
A5.1 - Integrazioa	10	15
A5.2 - Programazioa	60	70
A5.3 - Soinuak	3	2
A5.4 - EB moldaketa	30	20
A5.5 - Probak	10	7
<b>LP6 - Dokumentazioa</b>	<b>60</b>	<b>55</b>
A6.1 - Memoria	50	45
A6.2 - Aurkezpena	10	10
<b>TOTALA</b>	<b>320</b>	<b>334</b>

2.1 Taula: Ordu estimazioa

Proiektua sei lan-pakete nagusitan banatu da.

1. **LP1 Lan-paketea: Kudeaketa.** Kudeaketaren paketea bi ataletan banatzen da:
  - **A1.1 Atala: Planifikazioa (3 ordu).** Ataza honetan proiektua garatzeko jarraitu beharreko urratsak zehaztu dira. Planifikazioan, proiektua definituko duten lan-paketeak eta atazak sortuko dira, ordu estimazioa egingo da, mugarriak definituko dira eta lan-metodologia eta arriskuen kudeaketa adieraziko da.
  - **A1.2 Atala: Jarraipen eta kontrola (7 ordu).** Ataza honetan proiektua garatzen den ahala burutuko da. Hemen helburuak betetzen diren egiaztatuko da proiektua zuzen garatzen den bermatzeko. Ataza hau proiektuaren bizi-ziklo osoan zehar egingo da.
2. **LP2 Lan-paketea: Prestakuntza (35 ordu).** Lan-pakete honetan proiektua garatzeko beharrezko ezagutzak hartzea du helburu. Hori proiektu osoan zehar egingo da batzutan beharrezkoa izango delako.
3. **LP3 Lan-paketea: Diseinua (12 ordu).** Diseinua deituriko lan-paketearen helburua bideojokoaren diseinuaren dokumentu bat sortzea da, Diseinua eta garapena kapituluaz azalduko da dena. Dokumentu honetan estilo artistikoa, jokoaren dinamika, plataformak, soinu-efektuak eta abar zehazten dira. Lan-pakete hau, bi atazetan banatzen da:
  - **A3.1 Atala: Artea (6 ordu).** Artearen atazan bideojokoaren arte kontzeptuala sortuko da, jokoaren errepresentazio-modu bat, diseinu grafikoaren zirriborro bat lortzeko.
  - **A3.2 Atala: Funtzionalitatea (6 ordu).** Ataza honetan jokoaren funtzionalitateak zehaztuko dira.
4. **LP4 Lan-paketea: Modelatzea (90 ordu).** Lan-pakete honetan aurretik egindako zirriborroa 3D irudi grafiko batean bihurtuko da. Hiru ataletan banatzen da:
  - **A4.1 Atala: Objektuak sortu (30 ordu).** Ataza honetan gure eszenak behar dituen objektu guztiak sortuko dira, hala nola, boloak, bolak, pistak...
  - **A4.2 Atala: Eszena sortu (40 ordu).** Ingurune osoa sortzeko helburua du ataza honek. Horretarako aurretik sortutako objektuak sartuko dira diseinatutako eszenan.

- **A4.3 Atala: Argiztapena (20 ordu).** Argiztapenaren atazan, eszenak behar dituen argi guztiak sortu eta gehituko dira.
5. **LP5 Lan-paketea: Implementazioa (113 ordu).** Lan-pakete honetan jokoaren helburu eta funtzionalitate guztiak inplementatuko dira. Bost atal desberdinetan bereizten da:
- **A5.1 Atala: Integrazioa (10 ordu).** Blender aplikazioan sortutako proiektua Unity-n integratzean datza.
  - **A5.2 Atala: Programazioa (60 ordu).** Jolasak beharrezko programazioa sortzea du helburu ataza honek. Horretarako hainbat script sortuko dira.
  - **A5.3 Atala: Soinuak (3 ordu).** Ataza honetan bideo-jokoaren audio eta soinu-efektu guztiak inplementatuko dira.
  - **A5.4 Atala: EB moldaketa (30 ordu).** EB betaurrekoetara egokitzea du helburu ataza honek. Jokoa *apk* motako fitxategi batera bihurtuko da, programazioan hainbat aldaketa eginez.
  - **A5.5 Atala: Probak (10 ordu).** Ataza honetan aurretik programatutako eta moldatuko guztia frogatuko da Oculus Quest 2 betaurrekoen bidez.
6. **LP6 Lan-paketea: Dokumentazioa (60 ordu).** Dokumentazioaren lan-paketea bi ataletan banatzen da:
- **A6.1 Atala: Memoria (50 ordu).** Memoriaren atazan proiektuari buruzko informazio guztia jasotzen duen dokumentua garatuko da.
  - **A6.2 Atala: Aurkezpena (10 ordu).** Ataza honetan proiektuaren defentsarako erabiliko den aurkezpena garatuko da. Bertan, proiektu osoan zehar egindako lanaren laburpena osotuko da, era grafiko batean.

### 2.2.3 Emangarriak

Hauek dira proiektuan zehar sortuko diren emangarriak:

- Jokoaren exekutagarria eta jokoa exekutatzeko behar diren fitxategi guztiak
- Memoria
- Aurkezpena egiteko Power Point-a

## 2.2.4 Denbora planifikazioa

Azpiatal honetan, proiektua garatzeko sortu diren planifikazioaren atazen eta emangarrien mugarren denborak adierazten dira.

### **Gantt diagrama**

[2.2](#) irudian proiektuaren Gantt diagrama erakusten da. Bertan ataza bakoitza kolore desberdin batez agertzen da:

- Horiz: Kudeaketa lan-paketea
- Laranja: Prestakuntza lan-paketea
- Morez: Diseinua lan-paketea
- Urdinez: Modelatzea lan-paketea
- Berdez: Inplementazioa lan-paketea
- Gorri: Dokumentazioa lan-paketea

Lauki bakoitza hilabete baten aste bat da eta bertan azaltzen da ataza bakoitza burutzeko eskainiko zaion denbora estimazioa.



	URTARRILA				OTSAILA				MARTXOA				APIRILA				MAIATZA				EKAINA			
Atzak	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	1A	2A	3A	4A	
Planifikazioa	■																							
Jarraipen eta kontrola	■																							
Prestakuntza	■	■	■	■	■						■	■				■	■	■	■					
Artea		■	■																					
Funtzionalitatea				■	■	■																		
Objektuak sortu					■	■	■	■	■	■	■													
Eszena sortu					■	■	■	■	■	■	■	■												
Argiztapena											■	■	■											
Integrazioa															■	■	■							
Programazioa																	■	■	■	■				
Soinuak																			■					
VR moldaketa																			■	■	■			
Probak																			■	■	■			
Memoria	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Aurkezpena																						■	■	

2.2 Irudia: Gant diagrama

## Mugarriak

Azpiatal honetan, proiektuan zehar sortu diren emangarrien entregatzeko datak ikusten dira 2.2 taulan.

Emangarriak	Entregatzeko data
Jokoa	2021/06/20
Memoria	2021/06/20
Aurkezpena	2021/06/28 - 2021/07/09

**2.2 Taula:** Mugarrien taula

## 2.3 Lan metodologia

Proiektua garatzeko lan guztia etxetik egin arren, jokoaren ordenagailuko bertsioaren moldaketa EBra egiteko Innovae gelako materiala behar izan da: Oculus Quest 2 EBko be-taurrekoak.

Jokoa garatzeko hainbat irizpide jarraituko dira:

1. Lehenik eta behin, Blender 3D modelatzailetik Unity motorrera integrazioa egitean, modelatze guztia eginda egotea, ondoren integrazioa behin eta berriz egiten ez egoteko.
2. Jokoaren programazioa amaituta egotea eta probak egitea EB moldaketa egin baino lehen.

Irizpideen helburua lana eta denbora aurrezte da, horrela bermatuko da proiektuaren zuzentasuna eta garapena. Beste alde batetik, denbora aurreztean, ustekabeko arazoei aurre egiteko malgutasun handiagoa egongo da.

## 2.4 Informazio-sistemak

Proiektua garatzeko erabiliko den material guztia digitalki gordeko da. Informazioa gordetzeko, hainbat iturri erabiliko dira:

- **Ordenagailu pertsonala.** Ordenagailu pertsonalean modelatzean eta inplementazioan sortutako fitxategi guztiak gordeko dira. Bideo-jokoaren bertsio desberdinak gordeko dira errore bat egongo balitz beste bertsio batzuk izateko. Baita argazkien, eskemen eta abarren kopiak ere gordeko dira informazio galera egongo balitz.
- **Google Drive.** Google Drive zerbitzuan ordenagailuan dagoen informazioa igota egongo da. Bertan proiektuaren bertsio desberdinak eskuratu daitezke. Ordenagailuan arazoren bat egongo balitz hemen izango genituzke proiektuaren bertsio guztiak.
- **Overleaf.** Overleaf memoria egiteko erabiliko den tresna da. Dokumentu zientifikoak idazteko, editatzeko, argitaratzeko eta partekatzeko erabiltzen den LATEXen oinarritutako online konpiladorea da. Dokumentazioaren informazio guztia bertan garatuko da.

## 2.5 Komunikazio-sistemak

Proiektuaren zuzendariarekin komunikatzeko hurrengo kanalak erabili dira:

- **Bilerak.** Bilerak normalean aurrez aurre egiten ziren hasieran, baina ondoren, proiektua garatu ahala eta proiektua hobeto erakusteko, online egiten ziren. Horretarako *Blackboard Collaborate* (BBC) esteka bat erabiltzen zen.
- **Posta elektronikoa.** Zalantza txikiak argitzeko edota bilerak adosteko erabili da.

## 2.6 Arriskuen kudeaketa

Atal honetan, proiektuan zehar aurki daitezkeen arriskuak zerrendatuko dira eta arrisku horiek saihesteko edota arrisku horiei aurre egiteko zer egingo den adieraziko da.

### 2.6.1 Arriskuak

- **Konfinamendu berria.** COVID-19aren egoera txarragoa ipintzen bada eta berriro konfinamendua ipiniko balute, orduan bilerak ezin izango lirateke aurrez aurre egin.

- **Informazio-galera.** Proiektua garatzeko erabili den materiala edo informazioa galtzeko edota online zerbitzuen akats teknikoren batengatik informazioa galdu ahal izateko arriskua.
- **Denbora falta.** Bideo-jokoa amaitzeko denbora gutxiegia izatea, edo plangintzako denbora baino gehiago behar izatea atazak betetzeko.

### 2.6.2 Prebentzioa

- **Konfinamendu berria.** Posta elektronikoa izango da komunikazio kanal garrantzitsua zuzendariarekin komunikatzeko. Horrela, bilerak online egin daitezke.
- **Informazio-galera.** Erabiliko den informazio guztiaren hainbat segurtasun-kopiak egitea eta leku desberdinetan gordetzea, hala nola, ordenagailu pertsonalean eta hodeian. Bertsio hauek eguneratzen joan behar dira gutxienez aurreko bertsio bat izateko eskuragarri.
- **Denbora falta.** Bideo-jokoaren sorkuntzan helburu batzuei garrantzia handiagoa eman gutxienez joko funtzional baten bertsioa izateko.

## 2.7 Jarraipen eta kontrola

Atal honetan proiektuan zehar egon den garapena eta helburuen eta sortutako arazoaren kontrola azalduko da. Beste alde batetik, atazak burutzeko benetako denborak ikusiko dira desbideraketa taula baten bitartez.

Proiektua ekainean amaitzeko planifikatu zen [2.2](#) taulan adierazten den moduan, baina planifikazioan aurreikusitako denborak ezin bete ahal izatearen arrazoirik nagusiena erabilgaitasun aplikazioen ezagutza falta da. Formakuntza egokia lortzeko denbora atzerapen nabaria eragin du proiektu osoan, eta ondorioz, hainbat helburu ezin izan dira lortu. Horiek ondorioetan azalduko dira.

[2.3](#) taulan, atazen desbiderapen taula ikusi daiteke. Bertan, planifikazioaren hasieran aurreikusitako denborak eta benetako denborak alderatzen dira.

Taulan ikusi daitekeen moduan, hasieran nahiko ondo estimatu ziren denborak eta ez da

egon desbiderapen handirik ataza bakoitzean. Egon diren desbideraketa nabarmenenak prestakuntzaren eta diseinuaren lan-paketeetan izan dira.

Prestakuntzaren lan-paketearen desbiderapenari dagokionez, Unity-an programatzeko eta programa erabiltzeko ezagutza faltak eragina izan du batez ere. Diseinua deritzon lan-paketeak, hasieran zehaztutako diseinua aldatu behar izan delako, desbiderapen handia jasan egin du.

	<b>ORDU ESTIMATUAK</b>	<b>ORDU ERREALAK</b>	<b>DESBIDERAPENA</b>
<b>LP1 - Kudeaketa</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>0</b>
A1.1 - Planifikazioa	3	5	+2
A1.2 - Jarraipen eta kontrola	7	5	-2
<b>LP2 - Prestakuntza</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>+15</b>
<b>LP3 - Diseinua</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>+13</b>
A3.1 - Artea	6	10	+4
A3.2 - Funtzionalitatea	6	15	+9
<b>LP4 - Modelatzea</b>	<b>90</b>	<b>80</b>	<b>-10</b>
A4.1 - Objektuak sortu	30	35	+5
A4.2 - Eszena sortu	40	30	-10
A4.3 - Argiztapena	20	15	-5
<b>LP5 - Inplementazioa</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>+1</b>
A5.1 - Integrazioa	10	15	+5
A5.2 - Programazioa	60	70	+10
A5.3 - Soinuak	3	2	-1
A5.4 - EB moldaketa	30	20	-10
A5.5 - Probak	10	7	-3
<b>LP6 - Dokumentazioa</b>	<b>60</b>	<b>55</b>	<b>-5</b>
A6.1 - Memoria	50	45	-5
A6.2 - Aurkezpena	10	10	0
<b>TOTALA</b>	<b>320</b>	<b>334</b>	<b>+14</b>

**2.3 Taula:** Desbiderapen taula



## 3. KAPITULUA

---

### Gaur egungo egoera

---

Errealitate Birtuala (*Virtual Reality* ingelesez) dagoeneko ezaguna eta hedatua dago teknologiaren sektorean. Batez ere bideo-jokoen industrian, EB modu esponentzian hazten ari da eta gutako askok buruan dugu teknologia honen etorkizuna nola izan daitekeen. Hori lortzeko, konpromisoa hartzen duten gero eta proposamen interesgarriagoak daude.

Gaur egun EBa 3D sektorean dagoen tresnarik indartsuenetakoa da. Taldeek eta teknologiek esperientzia murgiltzaile errealistagoak eta ikusgarriagoak garatzeko duten gaitasuna handitzen den neurrian, arlo profesional desberdinetako erabilerak gehiago hedatzen ari dira.

Bezeroarentzako zerbitzua edo laneko segurtasuna hobetzeko edo produktuen garapena bizkortzeko aplikazio eraginkor ugari dago. Sektore profesionalean aurreikusitako gastua, IDCren zifren arabera, 15.000 milioi eurokoa izango da 2022an. Kopuru horretatik %76 hardware soluzioak garatzera eta ezartzera bideratuko da, hau da, ekipamenduak eta azpiegiturak girotzea eta eskuratzea, horien artean, Errealitate Birtualeko betaurrekoak.

Ekintzaileak zein marka handiak teknologia mota hau erabiltzen ari dira praktikotasuna bilatzeko, salmentak sustatzeko eta *WOW* edo harridura efektua eskaintzeko. Futurum Researchek eta SASek egindako “Experience 2030: The Future of Customer Experience” txostenaren arabera [Newman, 2019], kontsumitzaileen %80k uste du Errealitate Birtuala funtsezko elementua bihurtuko dela markekin duten harremanean, eguneroko jarduerak egiteko erabiltzen duten punturaino.



3.1 Irudia: EBA eguneroko bizitzan

### 3.1 Erabilera profesionalak

- **Medikuntzan.** Gaur egun arlo hau onuradun nagusietako bat da. Errealitate Birtualaren aplikazioari esker, medikuntzak eraginkortasun maila handiagoa lortzen du eta oso aliatu indartsu bihurtzen da, adibidez, ebakuntza geletan.

Errealitate Birtuala medikuntzan aplikatzen da medikuen prestakuntzarako, ebakuntza kirurgikoetarako, fobien eta trauma psikologikoen tratamendurako eta baita mina kontrolatzeko ere distrazio tekniken erabilerari esker.

- **Entrenamenduan.** Eremu honetan Errealitate Birtualaren erabilerarik ezagunena entrenamendu militarretan dago. Profesional hauek bere gaitasunak hobetu eta trebatu ditzakete ingurune seguruetan. Eszenatoki mota desberdinak simulatzen dituzte benetako gudu zelai batean egongo balira bezala, baina benetako entrenamendu zelaian egongo balira baino askoz kostu txikiagoarekin entseguen maiztasuna handitu dezaketelako.



Lurrean entrenatzeaz gain, Errealitate Birtuala pilotuen entrenamendurako ere aplikatzen da hegaldi simulazioari esker. Errealitate Birtuala aireko entrenamenduan erabiltzearen abantailak hauek dira: lurreko entrenamenduen eta benetako hegaldia-  
ren arteko transferentzia denborak murriztea, segurtasuna, sistema honen ekonomia eta kutsadurarik eza.

- **Hezkuntza.** Hezkuntza arloan Errealitate Birtualaren aukerak amaigabeak dira eta irakasteko modua aldatzen ari diren prestakuntza eredu desberdinak sortzea ahalbidetzen dute, ikasleen adina edozein dela ere. Erabilera ohikoenetako bat eredu arkitektonikoen diseinua edo giza gorputzaren atalak ikustea da, medikuntza Errealitate Birtuala aplikatzerakoan aipatu dugun ildoari jarraituz.
- **Turismoan.** Errealitate Birtuala turismo guneak birtualki irudikatzeko erabiltzen da. Horrela, gune horiek bisitatu daitezke bertara hurbildu beharrik izan gabe. Errealitate Birtuala gehien nabarmentzen den aplikazioetako bat museoetan dago.

Beste alde batetik, bisitaldi gidatuen kasuan hondakin arkitektonikoetan edo espazio naturaletan barrena, Errealitate Birtualak plastikotasuna eta edertasun estetikoa ekartzen ditu. Gainera, objektuen eta eraikinen arteko “higadura” murrizten du, eta horrela, haien narriadura saihesten da.

- **Aisia eta entretenimendua.** Bideo-jokoetan, Errealitate Birtuala erabiltzen da gehienbat publiko orokorrarentzat. Gainera, azken hiru hamarkadetan azkarren hazi den merkatua izan da eta bere zaleek diru kopuru izugarria inbertitu dezakete erabateko murgiltzea esperimentatzeko behar dituzten osagai guztiak lortzeko.

## 3.2 Errealitate Birtual motak

Errealitate Birtualaren kontzeptua oraindik urrun dago jende askorentzat, esperientzia osoa izateko behar diren gailu guztiak erosteko dirurik ez daukatelako Era berean, nahiko arrunta da Errealitate Birtualaren terminoa Errealitate Areagotuarekin nahastea.

Bien arteko desberdintasun nagusia EBk betaurreko zehatzen bidez murgiltzen garen mundua eraikitzen duela da. Ingurune guztiz murgiltzailea da eta ikusten dugun guztia irudien, soinuen eta abarren bidez artifizialki eraikitako ingurunearen zati bat da. Beste aldetik, Errealitate Areagotuaren (EA) kasuan, gure mundua objektuak, irudiak edo antzekoak jartzeko euskarri bihurtzen da. Ikusten dugun guztia benetako ingurunean dago

eta agian ez da guztiz beharrezkoa izango betaurrekoak eramatea. Kontzeptu honen adibiderik argiena Pokémon Go aplikazioa da.

Hala ere, errealitate mistoa izeneko teknologia bat existitzen da, bi errealitate hauen konbinazioa dena. Teknologia hibrido horri esker, adibidez, mundu errealean objektu birtuallak ikusi eta, horrela, fisikoa eta digitala ia bereiztezinak diren esperientzia eraikitzeko aukera dago.

Beste alde batetik, hainbat Errealitate Birtual desberdin daude. Jarraian mota bakoitza azalduko da eta bere erabilerak adieraziko dira.

- **Murgildu gabeko Errealitate Birtuala.** "Mundura leihoa" edo "Errealitate Birtualeko leihoa" ere deitua, ordenagailuaren pantailaren bidez egiten den simulazioa da eta ez betaurreko espezializatuen bidez edo HMD (*Head-Mounted Display*) baten bidez. Normalean ingurune soinu sistemak eta entzungailuak edo joystickak bezalako osagarriak sartzen dituzte zentzumenak suspertzeko, baina maila txikiagoan.

Askotan webguneen bisita birtuallak egiten dira. Hori, adibidez etxe bat ikusteko web-orria bada, etxetik mugitzean datza, objektuak eta gelak hobeto ikusteko.

- **Errealitate Birtual murgiltzailea.** Murgiltzen ez den Errealitate Birtuala ez bezala, EB mota honek Errealitate Birtuala edo HMD betaurrekoen sistema erabiltzen du, eta simulazioak soinuak, begirada edo beste mugimendu sotil batzuk hautemateko gai den ordenagailu indartsua behar du. Modu honetan, erabiltzailearen esperientziara egokitzen da, mundu errealetik urrunduz eta guztiz birtualean murgilduz.

Errealitate Birtual murgiltzailea 360 graduko argazki sinpleen bidez edo 3D animazioan eszena konplexuen bidez sor daiteke.

- **Telepresentzia edo Teleoperazioa.** EB eredu honen barruan, sentsoreak urrutitik kontrolatzen ditu erabiltzaileak, robot bat, drone bat, itsaspekoa edo teknologia horretarako diseinatutako beste makina bat manipulatzeko duten bitartean. Funtsean, murgiltze eta murgildu gabeko EB sailkapenetik bereizten dira, telepresentziak ez dituelako erabiltzaileak simulazio batean murgiltzen, urrunetik gertatzen den bizi-tza errealeko agertokian baizik.

Teknologia hau ezaguna da dronak EB betaurrekoak eta haririk gabeko Bluetooth

kontrolagailuak erabiliz gidatzeko, baina gaur egun auto eta motozikleten diseinu prozesuan eta industria sektoreko beste sail askotan ere erabiltzen da.

- **Errealitate Birtual mistoa.** Azken mota hau Errealitate Birtualaren eta Errealitate Areagotuko elementuen konbinazioaren emaitza da. Esaterako, alde batetik, ordenagailuak sortutako eszenatokiak murgiltze eta ez murgiltze simulazioetatik (EB) simulazioekin batera. Beste alde batetik, telepresentzia eta berehalako presentzia (EA) sarrerekin eta ikuspegiekin batera.

Kasu nagusiak kaskoen barruan bistaratutako mapak edo puntu gakoak ikusten dituzten gerrako pilotuak dira, edo kirurgialariak pazientearen informazioa denbora errealean begiratzan dute (EB betaurreko gardenen bidez) kirurgia konplexuetan.

### 3.3 Errealitate Birtualerako plataformak

Atal honetan Errealitate Birtualerako plataforma nagusiak azalduko dira.

- **Oculus.** Oculus Errealitate Birtualeko aplikazioen erreferentziatzeko plataforma bilakatu da eta aitzindari izan da teknologia hori erabiltzen duten sistemak garatzen. Merkatuan dagoen Errealitate Birtualeko hardwarerik aurreratuenetakoa du, baita publiko orokorrarentzat eskuragarri dagoen lehena ere da.

Plataforma honetan sartzen diren hardware elementuen artean, Errealitate Birtualeko betaurrekoak, 360° inguruko soinu kaskoak eta gure gorputz osoko mugimenduak erregistratzen dituen sentsoareak daude. Gainera, Oculus erabiltzaileek plataforma eskusiboa dute, Oculus Home, non dozenaka aplikazio eta bideo-joko aurki ditzaketen.

- **PlayStation.** Plataforma honekin Sony-k Errealitate Birtualaren munduan sartzeko asmoa du. Sony kitak PlayStation 4 eta DualShock aprobetxatzeko diseinatuta dago, PlayStation VR, PlayStation kamera eta bisoreak osatua.
- **HTC.** Gutako askok HTC Android telefonoen fabrikatzailea izateagatik ezagutzen genuen arren, Taiwaneko markak azken urteetan apustu gehiago egiten duela dirudi Errealitate Birtualeko betaurrekoei dagokienez. HTC Vive-rekin hasi ziren eta modelo berriak ikusi ditugu, pixkanaka merkatuan ikusten ari direnak.

- **Samsung.** Samsung azkenaldian sektore honetan sartu den enpresa izan da. Goiztiarra izan arren, guztiz murgilduta dagoen konpainia batekin lan egin du: Oculus. Bere betaurrekoak, Samsung Gear VR, produktu handinahia dira eta hutsa ez den esloganarekin datoz: *Innovator Edition*.

### 3.4 Errealitate Birtualerako kasko alderaketa

Aurretik plataformak aztertuta, horiek garatutako hainbat betaurreko eta kasko ikusiko dira.

- **Oculus Go.** Oculus Go kaskoek dena dute publiko orokorrari Errealitate Birtualaren ahalmen osoa erakusteko. Betaurreko birtual hauek ez dute telefono mugikorre-  
ra edo ordenagailura konektatzeko beharrik eta Oculus Touch bi kontrolagailuekin datoz. Oculus Go-ren LCD (*Liquid-Crystal Display*) pantaila ikusgarria da eta pixelek bereizten dituzten lerro finak ozta-ozta antzematen dituzu.
- **Oculus Rift S.** Errealitate Birtualeko kasko hauek aurreko modeloarekiko hobekuntza nabarmenak aurkezten dituzte, eta hori prezioa igo gabe. Rift S erosoak dira, goi-mailako optikarekin eta kanpoko sentsoreak erabiltzeko beharra ezabatzen duen sistema biltzen du. Jatorrizkoak bezala, betaurreko hauek Oculus Touch bi kontrolagailuekin datoz.
- **Oculus Quest 2.** Oculus Quest 2 Oculus Go-ren anaia nagusia da. Aurrekoek baino are hobeak dira, iraupen luzeko jolas saioetarako erosoagoak baitira. Potentziari eta kalitate grafikoari dagokionez, gainera, goi mailakoak dira  $3840 \times 3664$  pixeleko LED panelarekin eta 90 Hz-ko maiztasunarekin baitatozte. Baita 6DoF (askatsun-mailak, *Degrees of Freedom ingelesez*) ditu eta bi kontrolagailuekin batera dator. [3.3](#) irudian ikusi daitezke ezberdintasunak askatasun-mailen artean.

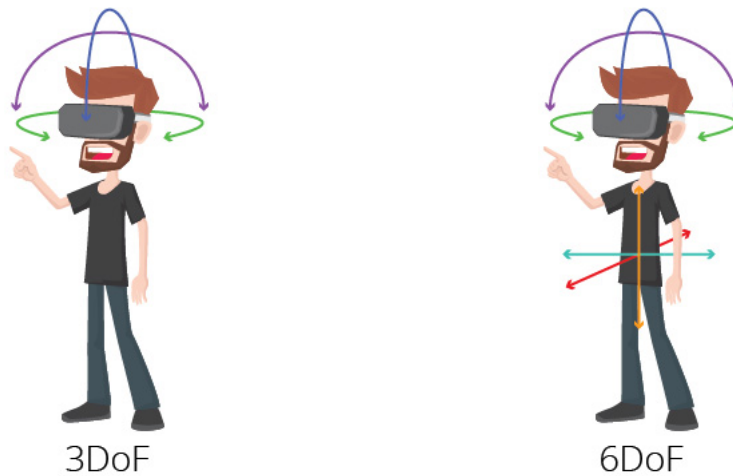
Betaurreko hauek modu autonomoan jolasteko aukera ematen digute, emaitza bikaina lortuz, baina ordenagailura ere konektatu daitezke, horrela esperientzien errendimendua handituz. Zalantzarik gabe, gaur egun merkatuan dagoen aukerarik onena da, Errealitate Birtualerako sarbidea demokratizatuz, epe laburrean zein luzean.



**3.2 Irudia:** Oculus Quest 2 betaurrekoak eta kontroladoreak

- **HTC Vive Cosmos.** Ez da munduko Errealitate Birtualeko kaskorik merkeena, baina bereizmen paregabeari esker gaur egun dagoen esperientzia birtualik onenetakoa da. Kasko modularra da, hau da, etxean dagoeneko beste batera erants dezakezu, epe luzera dirua aurrezteko modu ona izan daitekeena. Vive Cosmosek sei kamera ditu (6 DoF) eta onena da ordenagailuan erabiltzeko.
- **Playstation VR.** PlayStation VR bideo-joko kontsolarako diseinatutako bakarra da eta kaskoak 6DoF dauzka. 5,7 hazbeteko OLED pantaila du, PlayStation-eko jokalariei betaurrekoak janztean zorabiatu gabe esperientzia ona eskainiko diena. 18 mikrosegundoko latentzia txikia eta 120 Hzko freskatze tasa du, HTC Vive eta Oculus Rift kaskoek eskaintzen dutena baino zertxobait handiagoa. Horrek esan nahi du 120 Hz-ko maiztasunarekin jolastea posible dela.

3.3 irudian ikus daiteke EB kaskoen askatsun-maila (DoF) desberdinak. Ardatz batean zehar edo ardatz batean zer mugimendu mota egin daitekeen definitzeko erabiltzen da. Honi esker, jokalariei mugimendu librea eskaintzeko gai diren esparruak zehaztu ditzakegu.



**3.3 Irudia:** EB kaskoek duten DoF edo askatasun-mailen aukerak.

Proiekturako kaskoaren aukeraketa

Proiektua egiteko bi aukera zeuden, Oculus Go, eta Oculus Quest 2 betaurrekoak. Azken hauek aukeratu dira 6DoF dituelako eta horrekin eszena guztitik mugitzeko aukera eskaintzen dutelako. Horregatik atzeko eszena osotuago bat sortu da, erabiltzaileak esperientzia errealago bat izan dadin.

## 3.5 Motore grafikoak

Motore grafikoa aplikazioek eta programek ordenagailuko, smartphone edo tabletako pantailan grafikoak marrazteko erabiltzen duten softwarea da. Zehazkiago esanda, motore grafikoa bideo-jokoak sortu eta garatzeko diseinatutako software esparrua bezala definitzen da. Bideo-jokoan garatzaileek motorrak erabil ditzakete kontsolan, gailu mugikorretan edo ordenagailuetan bideo-jokoak sortzeko.

Hainbat motore grafiko ezberdin daude gaur egun, batzuk jarraian azalduko direnak:

- **Unity.** Unity [Unity, 2021] Unity Technologies-ek sortutako plataforma anitzeko bideo-jokoan motorra da. Unity Microsoft Windows, Mac OS eta Linux garapenerako plataforma gisa eskuragarri dago. Garapen plataformak beste plataforma motekin ezberdinekin bateratzeko laguntza du. Blender, 3ds, Maya, Cinema 4D,

Adobe Photoshop eta abarrekin batera erabil daiteke. Produktu horiekin sortutako objektuetan egindako aldaketak automatikoki eguneratzen dira, objektu horren instantzia guztietan proiektuan zehar eskuz berriro inportatu beharrik izan gabe.

Motor grafikoak OpenGL (Windows, Mac eta Linux-en), Direct3D (Windows-en bakarrik), OpenGL ES (Android eta iOS-en) eta jabedun interfazeak (Wii) erabiltzen ditu. Bump mapping, hausnarketa mapping, parallax mapping, pantailako espazio ingurumen oklusio, itzal dinamikoak itzal mapak erabiliz, errendatu ehundura eta pantaila osoko prozesatzeko ondorioak onartzen ditu.

- **Unreal Engine.** Unreal Engine [[UnrealEngine, 2021](#)] Epic Games konpainiak sortutako joko motorra da. Lehen pertsonako jaurtitzailentzako garatu zen arren, arrakastaz erabili da beste hainbat generotan, besteak beste, isiltasunezko, borroka, MMORPG (*Massive Multiplayer Online Role Playing Game*) eta RPG (*Role Playing Game*) bideo-jokoak. C ++ programazio-lengoaian idatzitako kodearekin, Unreal Engine-ek eramangarritasun handia du eta gaur egun joko garatzaile askok erabiltzen duten tresna da.
- **Godot.** Godot [[Godot, 2021](#)] doako kode irekiko motore grafikoa da. Interfaze sinplea du menuetan ez galtzeko eta bideo-jokoak diseinatzeke aukera ematen du programazio ezagutzak eskuratu beharrik gabe. Gainera, bi eta hiru dimentsiotako proiektuak har ditzake.
- **Source.** Source [[Source, 2021](#)] Valve Corporation-ek Microsoft Windows plataformetarako (32 eta 64 bit), Mac OS X, GNU / Linux, Xbox, Xbox One, Xbox 360, PlayStation 3 eta Playstation 4rako garatutako bideojokoen motorra da (GoldSrc motor grafikoaren oinordekoa). Teknologia aurreratu ahala pixkanaka eboluzionatzeko sortu zen. Hori bereziki garrantzitsua da Steam-ekin lotura dagoela uste denean, eguneratzeak automatikoki deskargatzen baititu motorren bertsio berriak erabiltzaile base osora berehala irits daitezten.

## 3.6 3D Modelatzaileak

3D modelatzailea hiru dimentsiotako objektuak digitalki sortzeaz arduratzen den programa da. 3D modelatzailearen funtzioak lan egiten duten proiektu motaren arabera aldatzen dira. Proiektu txikietan era guztietako funtzioak beteko ditu, kontzeptualizaziotik errendatzeraino eta, proiektu handiagoetan, 3D modelatzailea profil espezializatuagoekin batera

egongo da, hala nola, artista kontzeptualak, marrazkilariak, ehunduretan edo errendatzean adituak.

Jarraian hainbat modelatzaile aipatuko dira:

- **Blender.** Blender [Blender, 2021] 3D modelatzeko aukera asko eskaintzen dituen softwarea da, oso ezaguna animazio eta bideo munduan eskaintzen dituen funtzio ugarietarako. Doakoa ez ezik, kode irekia ere bada eta horrek etengabe hobetzeko aukera eskaintzen dio.

Blender-en abantailarik erakargarrienetako bat 3D kanalizazio osoa onartzen duela da, hala nola, modelizazioa, animazioa, simulazioa, errendatzea, mugimenduaren jarraipena, etab. CAD (*Computer-Aided Design*) software hau plataforma anitzekoa da eta Linux, Windows eta Mac ordenagailuetan funtzionatzen du. Modelazio poligonalean oinarrituta, ez da nahitaez fabrikazio gehigarrien sektorean gehien erabiltzen den irtenbidea, baina teknologiara egokitutako formatuetan 3D ereduak esportatzea ahalbidetzen du.

- **3D Builder.** 3D Builder [3dBuilder, 2021] 3D modelatzeko doako aplikazioa da, 3D objektuak ikusi, sortu eta pertsonalizatzea ahalbidetzen duena. Microsoft Corporation-ek garatua, Windows-erako bakarrik dago erabilgarri. 3D Builder-en ezaugarri bikaina 3D ereduarekin esperientzia duen edo ez duen edozein erabiltzailentzat egokia dela da. Software honek objektuak sortzea ahalbidetzen du forma sinpleak konbinatuz edo Internetetik deskargatzen den eta beharren arabera pertsonaliza daitekeen 3D fitxategi batetik abiatuz.
- **BlocksCAD.** BlocksCAD [BlocksCAD, 2021] doako programa 3D modelatzeko softwarea erabiltzeko errazena da. Hezkuntza sektorera bideratuta, plataformak LEGO sistema gogora dakar, azken pieza konplexuagoak lortzeko bloke desberdinen eraikuntzan oinarritzen baita.
- **Maya.** Mayak [Maya, 2021] mundu zabalak, pertsonaia konplexuak eta efektu ikusgarriak sortzeko aukera ematen du. Bihurtzaile desberdinekin konbina daiteke emaitza hobeak eskuratzeko. Oztopo bakarra doakoa ez dela izan daiteke.



## 4. KAPITULUA

---

### Diseinua eta garapena

---

Kapitulu honetan, bideo-jokoa diseinatzeko dokumentua (*ingelesezko Game Design Document terminotik*) ikusiko da. Bideo-joko Diseinu Dokumentuan bideo-jokoen buruzko edukia era zehatzean deskribatzen da.

Kasu honetan, jokoaren deskribapena eta hainbat zehaztapen (generoa, jokoaren dinamika, etab.) ikusiko dira.

#### 4.1 Jokoaren deskribapen orokorra

Jokoa 3Dko aisialdiko jokoa izango da, bolatoki batean giroturik. Jokalariak lehenengo pertsonan jokatuko du eta jokoaren helburua aurrean dituen boloak bola baten bidez botatzea izango da.

Hori lortzeko, jokalaria erdiko pistan kokatuta egongo da. Lurrera begiratzuz bola bat egongo da eta hori horizontalki mugitu ahalko da ezkerreko kontroladorearen (aurretik esan dugun bezala, Oculus Quest 2 betaurrekoek bi kontroladore dituzte, bat esku bakoitzeko) botoien bitartez. Behin bolaren posizioa erabakita, erabiltzaileak, eskuineko kontroladorearen botoi baten bidez, bola aurrera jaurtiko du boloekin talka egiteko.

Azkenik, bolak boloekin talka egitean boloak lurrera jauziko dira. Hori gertatzean, ezkerreko alboan dagoen puntuazioa eguneratuko da zenbat bolo mugitu diren arabera.

## 4.2 Jokoaren helburuak

Proiektuan landuko diren helburuak hurrengoak dira, maila ezberdinetan antolatuta. Batzuk helburu orokorrak izango dira, eta besteak helburu gehigarriak, jokoaren funtzionalitatean ez dutenak eraginik izango. Jarraian azalduko dira banan-banan.

- Helburu orokorrak:
  - **Eszena osotua sortzea.** Horretarako Blender programa erabiliko da. Modelatzea atalean azalduko den bezala, hainbat objektu desberdin sortuko dira eszenari ingurune erosoago eta osotua emateko.
  - **Bolaren mugimendu horizontala.** Helburu honek duen xedea bola X ardatzean zehar mugitzea da. Horrela, bola nahi den tokian koka daiteke, ondoren jaurtiketa egiteko.
  - **Bolak eta boloak berrabiarazi.** Hemen lortu nahi dena partida baten barruan boloak eta bola hasieratzea da. Horrela, puntuazioa berrabiarazi gabe hasierako posiziora bueltatu ahalko da, berriro.
  - **Puntuazioa denbora errealean.** Helburu honek puntuazioaren kudeaketa du xede handiena. Hori egiteko taula bat sortuko da erabiltzaileari puntuazioa erakusteko. Lauki bakoitzean jaurtiketa bakoitzaren puntuazioa lortuko eta erakutsiko da.
  - **EB egokitzapena.** Honekin lortu nahi dena Oculus Quest 2 betaurrekoentzat joko funtzional bat izatea da.
- Helburu gehigarriak:
  - **Irteera botoia.** Helburu honekin lortu nahi dena jokoaren barruan egotean botoi batekin jokotik ateratzeko aukera ematea da. Hau oso erabilgarria izan daiteke oso bisuala baita.
  - **Soinuak eta musika implementatzea.** Honek jokoari errealismo handiagoa ematea du helburu. Ideia atzeko musika bat ipintzea da eta objektuen artean talka egitean soinu-efektu batzuk jartzea.
  - **Menu bat sortu.** Honek sarrera pantaila bezalako bat sortzea du helburu. Horrela, bi pantaila desberdin izatea lortuko da, bata erabiltzaileari hasiera emateko eta bestea jokatzeko.

## 4.3 Jokoaren zehaztapenak

Hurrengo puntuetan jokoaren zehaztapen orokorrak adieraziko dira.

### 4.3.1 Garapen tresnak

Jokoaren programazio eta EB egokitzapen guztia Unity 3Dn egingo da. Jokoak izango dituen objektuak eta eszena osoa Blender aplikazioan sortuko da. Soinuak inplementatzeko ere Unity 3D erabiliko da.

### 4.3.2 Plataforma

Jokoa Oculus Quest 2 Errealitate Birtualeko betaurrekoentzat garatu da. Ondorioz, bertan jokoak exekutatzeko behar diren gailu guztiak beharrezkoak izango dira.

### 4.3.3 Generoa

Garatutako jokoa aisialdiko joko bat da, beraz bere helburua erabiltzailea dibertitzea izango da.

### 4.3.4 Pertsonaia eta elementuak

Pertsonaia nagusia erabiltzailea izango da. Erabiltzaileak bola mugitu ahalko du eskuinera eta ezkerrera ondoren jaurtitzeko eta kamera ere mugitu ahalko du eskuinera eta ezkerrera.

Pisten aldean 10 bolo egongo dira. Bolaren posizioa erabakita, bolo guztiak botatzea izango du helburu jokalaria.

### 4.3.5 Jokoaren dinamika

Jokoa hasten denean jokalaria pisten aurrean agertuko da eta pertsonaia erdiko pistan kokatuta egongo da. Aurrean bola bat izango du, eta bola X ardatzean zehar mugitu ahal izango du. Behin bola bere gustura kokatuta dagoenean, jaurti egingo du eta bolak botatzen saiatuko da.

Boloak botatzean, ezkerreko izkinan puntuazioa agertuko da, eta hori zenbat bolo botatzen diren arabera eguneratuko da. Jokoaren helburua bolo guztiak botatzea eta puntuazio maximoa lortzea da.

Horretaz gain, partida edozein momentutan gelditu ahalko da. Partida gelditzean, hainbat aukera egongo da: partidarekin jarraitu, partidatik ater, edo jokotik atera.

4.1 taulan pertsonaiaren kontrolak erakusten dira. Bertan, pertsonaiaren mugimendu desberdin bakoitza nola egingo den adierazten da.

Kontrolak	VR jokoan
Ezkerreko biratu	Burua ezkerreko biratu
Eskuinera biratu	Burua eskuinera biratu
Bola ezkerreko mugitu	X sakatu ezkerreko kontroladorean
Bola eskuinera mugitu	Y sakatu ezkerreko kontroladorean
Bola jaurti	A sakatu eskuineko kontroladorean
Partida berrabiarazi	B sakatu eskuineko kontroladorean

**4.1 Taula:** Jokoaren kontrolak

#### 4.3.6 Diseinu grafikoa

Eszenan erabiliko den koloreen paletarako kolore beltzak, grisak eta gorriak erabiliko dira. Boloak izan ezik, hauek zuriak izango dira.

Jokoaren eszena bolatoki bat izango da. Horretaz aparte, pantailan agertuko da botoi bat jokotik irteteko, puntuazioa denbora errealean eta kontroladore batean laser bat lagungarri moduan.

#### 4.3.7 Musika eta audioa

Jokoak musika lasaigarria izango du atzealdean. Hori denbora osoan erreproduzitzen egongo da jokoa hasten denetik.

Bolak soinu-efektua izango du zoruarekin talka egiten duenean eta bolak boloekin talka egitean ere boloek beste efektu desberdin bat izango dute.

## 5. KAPITULUA

---

### Modelatzea

---

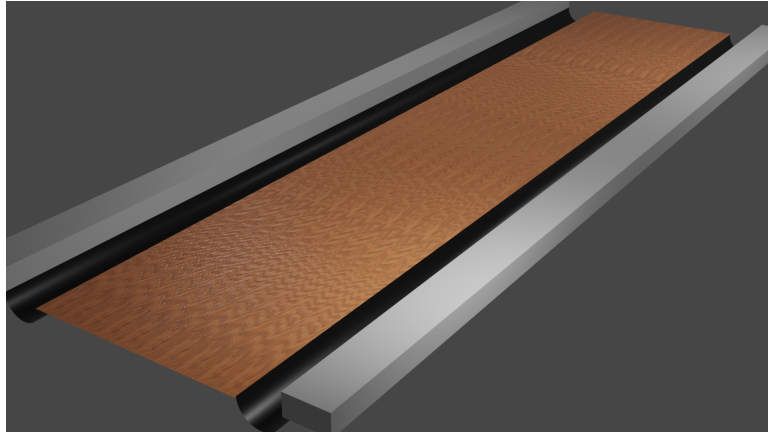
Modelatze atal hau Blender aplikazioan garatu da, hobe delako modelatzean beste programa 3D modelatzaileak baino. Aukera desberdin ugari eskaintzen ditu, ez bakarrik objektuak sortzeko malgutasuna ematen duelako, baizik eta nahiko aukera desberdin ematen dituelako objektuak esportatzeko. Hiru atal nagusitan banatu da puntu hau hobeto azaltzeko.

#### 5.1 Objektuak

Hurrengo puntuetan sortu diren objektuak azalduko dira banan-banan.

##### 5.1.1 Pistak

Pista bakoitza plano batez eta zilindro moztu batez eraikita dago, 'Ispilu' (*Mirror*) modifikatzailea aplikatua, kanalak (bola pistatik ateratzen denaren objektuak) osatzen dituena. Alboko pistek kubo bat ere dute pista banatzaile funtzioa betetzen duena, baita 'Ispilu' modifikatzailea ere daukana. Planoa egur argi baten testura dauka, kanalak material beltz bat aplikatua dute eta banatzaileak material zuri bat. Mugikortasun erosotasunerako alboko pistak elementu guztiak bateratuta dituzte. [5.1](#) irudian alboko pista bat ikusi daiteke.



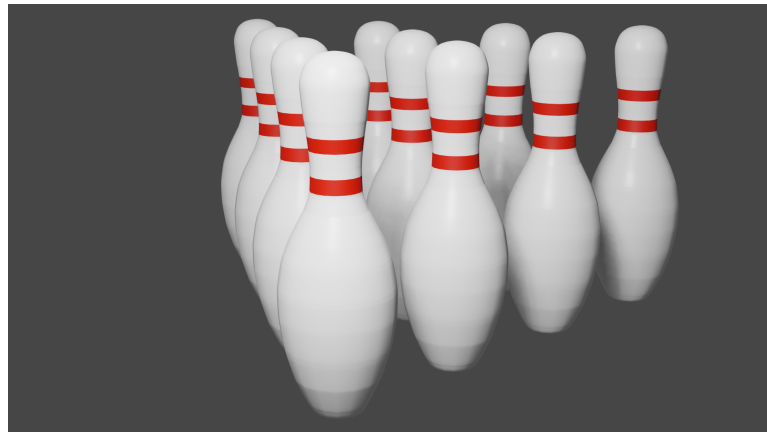
**5.1 Irudia:** Jokoan agertzen diren pisten adibide bat

### 5.1.2 Boloak

Lehenengo 5.2 irudian agertzen den zirriborroa (*Blueprint*) kargatu da atzealde (*Background*) bezala, bere rotazio guztiak  $0^\circ$ -ra ipiniz. Ondoren, Bézier kurba bat sortu da bakkarik bolo erdiaren forma eginez. Gero ‘Torloju’ (*Screw*) modifikatzailea gehitu zaio atzealdea zentrotzat hartuta Y ardatzarekin lerrokatuz. Jarraian, atzealdea kendu ahal izateko eta bola ondo mugitu ahal izateko, bola sare objektuan (*Mesh*) transformatu da. Azkenik, 5.2 irudian agertzen diren antzeko materialak gehitu dira. Beste alde batetik 10 bolo bateratu dira eszenan jartzeko, 5.3 irudian ikusten den bezala.



**5.2 Irudia:** Boloaren zirriborroa



**5.3 Irudia:** 10 boloak

### 5.1.3 Aulkiak eta mahaiak

Objektu hau bi aulkiz eta mahai batez osatuta dago. Mahairako bi zilindro erabili dira. Aulkietarako kubo bat erabili da eta estrusioen bidez aulki baten forma eman zaio. Ondoren, mahaiaren zentratuta 'Ispilu' modifikatzailea aplikatu zaio bigarren aulkia agertzeko. Azkenik, 5.4 irudian agertzen diren testurak eta materialak gehitu dira. Mahaiaren goiko aldean erabilitako testura 'Zarata testura' (*Noise Texture*) eta 'ColorRamp' baten bidez sortu da.

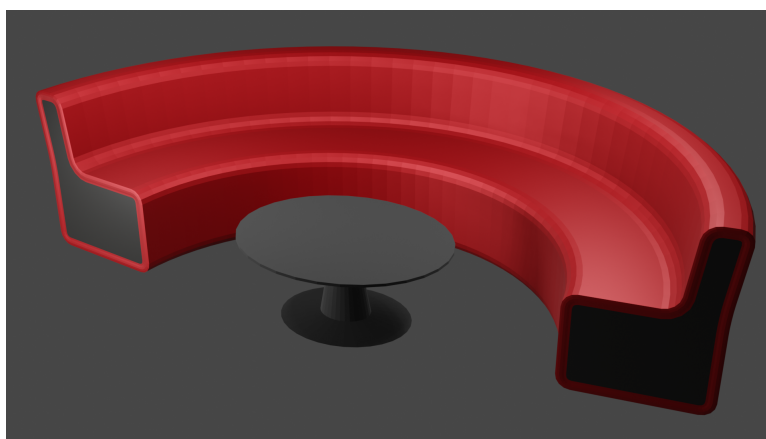


**5.4 Irudia:** Aulkiak eta mahaia objektua

### 5.1.4 Sofa eta mahaia

Objektu hau ere bi azpiobjektuz osatuta dago, mahai eta sofa bat. Mahaia aurretik deskribatutako berdina da, bakarrik materialen kolorea aldatu da. Sofarako, lehenengo kubo

bat deformatu da eserleku baten itxura hartu arte. Jarraian, 'Alakaketa' (*Bevel*) aplikatu da deformatu nahi diren ertzetan. Ondoren, 'Bilduma' (*Array*) modifikatzailea aplikatu zaio guztira 20 modulu ilaran izateko. Gero, 'SimpleDeform' modifikatzailea aplikatu zaio modulu guztiak kurbatzeko  $-85^\circ$ -ko angeluarekin. Azkenik, 'Ispilu' modifikatzailea ezarri zaio X ardatzaren gainean sofari forma biribil bat emateko, mahaia zentro bezala izanda. Ondoren, bakarrik 5.5 irudian agertzen diren materialak gehitu dira.



**5.5 Irudia:** Sofa eta mahaia objektua

### 5.1.5 Bola-euskarri handia

Bola-euskarri handia kubo batez eta zilindro multzo batez osatuta dago. Bi zilindrok 'Ispilu' modifikatzailea aplikatuta dute. Kuboan 'Alakaketa' aplikatu da nahi diren ertzak transformatzeko eta forma biribil bat emateko, 6 segmentu jarritz bere propietateetan. Kuboaren goiko aldearen testura 'Zarata testura' eta 'ColorRamp' baten bidez sortu da. Zilindroen materiala kolore grisa du.

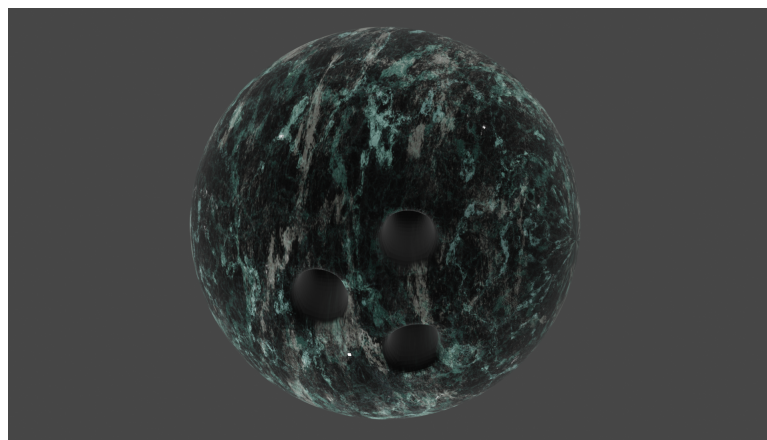


**5.6 Irudia:** Bola-euskarri handia objektua



### 5.1.6 Bolak

Bolak egiteko lehenik UV esfera (*UV Sphere*) bat sortu da eta esferaren doikuntzan ‘Segmentuetan’ (*Segments*) 64 ipini da eta ‘Eraztunen’ (*Rings*) 32. Gero bolaren zuloak egongo liratekeen aurpegiak aukeratu dira, eta ‘Zatiketa’ (*Subdivision*) modifikatzailea aplikatu zaio ‘Catmull-Clark’ erabiliz eta lehenetsitako balio guztiak aldatu dira nahi den leuntasuna lortu arte. Azkenik, 6 bola desberdin sortu dira, bakoitza testura eta material desberdinekin. 5.7 irudian adibide bat ikusi daiteke.



**5.7 Irudia:** Bola baten adibidea

### 5.1.7 Aplikeak

Aplikeentzako bakarrik kubo bat erabili da. Bere forma zapaldu da eta ondoren 4 erpin gehitu dira aurpegi berri bat sortzeko eta horri kolore desberdin bat emateko. Bi material desberdin ditu, bata grisa eta bestea zuria, baina material zuriari ‘Emisio’ (*Emission*) ‘itzala’ (*shader*) gehitu zaio argia igortzen duen sentrazioa emateko.



**5.8 Irudia:** Aplike objektuetako adibide bat

### 5.1.8 Pantailak

Pantailak aplikeen modu berdiner sortu dira, bakarrik tamaina eta material desberdinak dituzte. Hemen ere material zurian 'Emisio' itzala gehitu da.



**5.9 Irudia:** Pantaila bat

## 5.2 Oinarri gela

Oinarri gela plano batez osatuta dago, zorua dena, eta beste lau planoz, hormak direnak. Zorua bi zatitan banatzen da: lehenengoa, sofa eta mahaiekin hasten da eta atzeko aldean amaitzen da, eta egur iluna baten testura dauka. Beste zatia pisten aldea da eta egur argi baten testura du. Bi aldeak zatitzeko lerro bat dago material beltz batekin.

Hormentzako lau plano erabili dira eta horiei adreilu beltzezko testura bat jarri zaie. Ondoren plano guztiak bateratu dira erosoago izateko mugitzerakoan. Azkenik sabaia ere daukagu, baina hori ez da plano bat estrusio batez sortu delako, eta material gris bat du.

[5.10](#) irudian eszenaren atzeko aldea ikus daiteke eta bertan esandako testurak eta aurretik azaldutako objektuak ikus daitezke. [5.11](#) irudian berriz, eszenaren aurreko aldea ikusi daiteke. Bertan, aurretik azaldutako pistak eta hainbat objektu ikus daitezke.



**5.10 Irudia:** Eszenaren atzeko aldea objektuekin



**5.11 Irudia:** Eszenaren aurreko aldea objektuekin, pisten aldea

### 5.3 Argiak

Guztira 18 argi erabili dira eszena argitzeko. Barneko eszena bat denez, eremu motako 15 argi erabili dira eta 3 foku. Hiru fokuek boloen gainean kokatuta daude bere posizioa hobeto nabarmentzeko, boloetara iritsi baino lehenagoko zatia arinki ilunagoa eginez. Fokuek 500W-ko intentsitatea dute.

Gainerako 15 argiak bolategi osotik banatuta daude, sabaian eta hormetan kokatuta. Hiru argi mahai eta aulkien gainean daude alde hori argitzeko, beste hiru sofa eta mahaien gainean, eta beste hiru pisten gainean. Erdikoa pixka bat aurreratuta jarri da argi gehiago

emateko erdiko pistari. Argi guztiak 1200W-ko intentsitatea dute, azken aurreratu hori izan ezik, horrek 1300W-ko intentsitatea baitu. Geratzen diren gainerako 6 argiak hormetan kokatuta daude, tartekatuta sabaian daudenekin horrela argitasun gehiago emateko. Argi horiek 500W-ko intentsitatea dute.

## 5.4 Erabilitako testurak

Material eta testura desberdinak erabili dira eszena osoa kolorez betetzeko. [CCOTextures](#) orrialdetik hartutako testurak A eranskinean zerrendatuta daude.

## 6. KAPITULUA

---

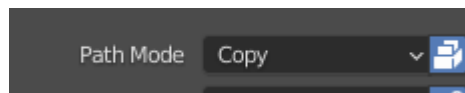
### Implementazioa

---

Kapitulu honetan proiektua garatzeko jarraitu diren pausoak azalduko dira. Lehenik eta behin, Blender aplikazioa eta Unity motorraren artean egin beharreko integrazioa azalduko da. Ondoren, objektuetan egin diren aldaketak adieraziko dira. Gero, programazioari dagokion guztia azalduko da, script bakoitza ondo azalduz, eta azkenik aplikazioaren EB moldaketa nola egin den ikusiko da.

#### 6.1 Blender aplikaziotik Unity motorrera integrazioa

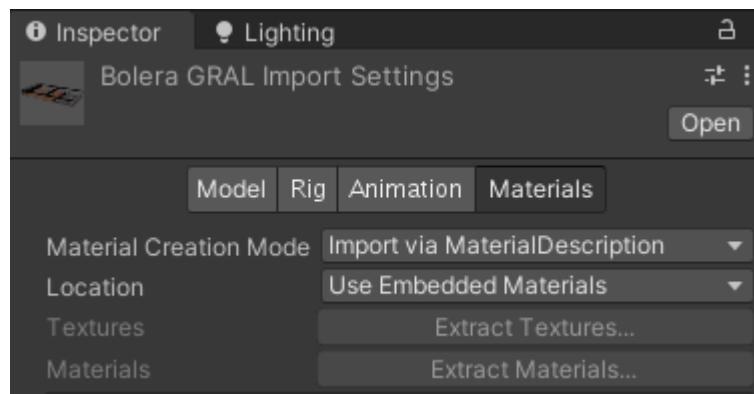
Lehenik eta behin, Blender aplikazioan aurretik sortutako modelatu guztia fbx formatuarekin esportatu beharko da ondoren Unityra inportatu ahal izateko. Proiektua testurekin esportatzeko, 'Path Mode' atalean 'Copy' aukeratu beharko da, eta ondoren, alboan dagoen koadroari eman, horrela ziurtatzen da testura guztiak esportatuko direla.



**6.1 Irudia:** Blender aplikazioa esportazioa egitea

Behin esportazioa eginda, proiektu berri bat sortu da Unity Hub aplikazioan. Hori, 3D proiektu bat izango da eta mahaigaineko aplikazio bat garatuko da oraingoz. Ondoren, aurretik sortutako fbx fitxategia Unity-ko proiektu berrira inportatu beharko da.

Aurrekoa eginda, guztia prest dago proiektua esportatzeko. ‘Assets’ atalean esportatutako fbx artxiboa kargatu beharko da. Ondoren, hori klikatu eta eskuinean agertuko da ‘Inspector’ izeneko fitxa bat. Bertan aukera batzuk agertzen dira, ‘Extract materials’ eta ‘Extract textures’ izenekoak. Biak sakatuz material eta testura guztiak inportatuko dira proiektuan. 6.2 irudian agertzen da fbx artxiboan klikatzerakoan agertu behar dena.



**6.2 Irudia:** Materialak inportatzeko laguntza

Hala ere, aurrekoarekin hainbat arazo egon dira. Testurak esportatzean, guztiz deskonfiguratuta zeuden eta banan-banan konfiguratu behar izan dira guztiak. Bolen kasuan, testura ez zen arazo bakararra, baizik eta bere forma ere aldatuta zegoela, eta ondorioz Blender aplikaziotik bola bakoitzerako fbx artxibo bat sortu behar izan da eta ondoren Unity-ko proiektuan inportatu. Azkenik objektu bakoitza dagokion posizioan kokatu da. Boloen eta aulkien kasuan, arazoak egon dira biek materialaren berdina erabiltzen zutelako eta objektuen koloreak trukutzen zituen.

## 6.2 Objektuen aldaketa

Atal honetan objektuetan egin beharrezko aldaketak adieraziko dira. Aldaketa hauek egin dira objektuetan fisika aplikatu ahal izateko, ondoren programazioa egin ahal izateko eta bertan fisika erabiltzeko. Aldaketa hauek aplikatuko ez balira, orduan objektuek ez lukete portaera egokia izango programazioa ondo egin arren, beraz, zati hau egitea oso garrantzitsua da.

### 6.2.1 Collider gehiketak

Talkagileak (*Collider*) oinarrizko talkako primitibak dira. Proiektuan lau talkagile mota erabili dira: lehenengoa ‘Box Collider’ da, hori kubo formako talkagilea da. Bigarrena ‘Capsule Collider’ da, horrek bi esferaerdi zilindro batez lotutako forma du. Hirugarrena ‘Sphere Collider’ da, hori esfera formako talkagilea da. Azkenik, ‘Mesh Collider’ erabili da, honek objektuaren forma hartzen du ahal duen moduan eta kolisioak detektatzeko zehatzagoa da.

#### **Erabiltzailearen bola**

Objektu hau ‘Sphere Collider’ a duen bakarra da. Honekin bola errodatzea lortzen da eta boloekin talka egitean jakitea programazioaren bidez.

#### **Pista nagusia**

Pista nagusia plano bat bezala definituta dago eta, orduan, ‘Box Collider’ bat du atxikita, bola eta boloak eusteko eta horiek pistatik mugitu ahal izateko.

#### **Alboko pistak**

Hauek 3 ‘Box Collider’ dituzte. Bi talkagile banatzaileetan kokatuta daude eta bestea pistan. Horrela, erabiltzailearen bola edo boloren bat horra joaten bada ez da eszenatik aterako.

#### **Boloak**

Boloak ‘Mesh Collider’ erabiltzen duten objektu bakarrak dira. Hau erabiltzea erabaki da boloaren forma hartzeko zehatzagoa delako eta horrela kolisioak hobeto detektatuko dituelako. Bolo bakoitzak talkagile bat du aplikatuta. Baita ‘Convex’ aukera markatu da jakiteko beste ‘Mesh Collider’ batekin talka egiten duten ala ez.

Beste alde batetik ‘Box Collider’ ere gehitu da bertikalki boloek oinarri bat izateko eta lurrera ez jauzteko joko hasten denean.

## Oinarri gela

Hemen 4 'Box Collider' ipini dira, bakoitza horma batean, bola eta boloak gelatik ez ateratzeko.

### 6.2.2 Rigidbody gehiketa

*Rigidbody*-ek edo gorputz zurrunek beren *GameObjects*-ek (eszenako objektuak) fisika-ren kontrolpean jardutea ahalbidetzen dute. Gorputz zurrunek indarra eta momentua jaso ditzakete objektuak modu errealistan mugitzeko. Edozein *GameObject*-ek gorputz zurrun bat eduki behar du grabitatearen eraginpean egon dadin, gehitutako indarrenpean jarduteko *scripting* bidez edo beste objektu batzuekin elkarreragiteko NVIDIA Physx fisika motorren bidez.

Kasu honetan hiru objektuei gehitu zaie osagai hau:

#### Erabiltzailearen bola

Objektu honen masa 8 izango da, drag edo erresistentzia aerodinamikoaren balioa 0 izango da eta angular drag-aren balioa 0.05 izango da.

#### Boloak

Guztira 10 bolo desberdin daude eta bakoitzak RigidBody bat dauka. Bolo bakoitzaren masa 1.5 da, drag-aren balioa 0 eta angular drag-aren balio 0.05 izango da.

#### Kanal nagusiak

Objektu honek osagai hau du erabiltzailearen bolak honekin talka egitean ez erortzeko. Honen masa 1 da, bere drag 0 izango da eta angular drag 0.05.

## 6.3 Argien doiketa

Argiei dagokienez nabari da programa aldaketa, hau da, integrazioa. Blender programan eremuko argiak 1200-1300 inguruko intentsitatea jarrita zuten, baina Unity motore grafi-



kora proiektua inportatzean, intentsitatea 300-1000 bitartera aldatu behar izan da. Gainera beste 3 argi gehiago sartu behar izan dira sofa eta pisten artean argiztapena oso eskasa baitzen.

Fokuei dagokienez, integrazioa gehiago nabari da. Blender aplikazioan bere intentsitatea 500 zen eta Unity motorrean berriz 20.

## 6.4 Programazioa

Programazioa 3 scriptetan banatu da eta C# lengoian garatu da. Programazioaren atal hau bi aldiz egin da. Lehengo ordenagailuko bertsio simple bat garatu da eta gero, EB moldaketa egitean, kodea berridatzi da Oculus Quest 2 betaurrekoen kontroladoreentzako moldatzeko. Hurrengo puntuan script bakoitza azalduko da, bakoitzaren funtzioak ikusiz.

## 6.5 Scriptak

Guztira hiru script sortu dira, bakoitza funtzio desberdin batekin. Jarraian script bakoitzaren funtzionalitatea ikusiko da eta bakoitzak dituen funtzioak azalduko dira.

### 6.5.1 Controles.cs scripta

Script honetan jokoaren kontrol guztiak daude. Lehenengo bertsio honetan, ordenagailuaren teklatua eta sagua erabiliko dira kontrol gisa. Script hau 'Camara' *GameObject*-era atzitura dago. Hurrengo lerroetan scriptean dauden aldagaiak eta funtzioak azalduko dira.

Aldagaiak:

- **bola** - Aldagai hau *bolaUser* izeneko *GameObject*-a da. Bolaren mugimenduak programatzean objektu honi eragingo dio. Objektu hau pribatua izango da.
- **velBola** - Hau *float* motako aldagaia izango da. Honek bolaren abiadura kontrolatuko du. 0.0f bezala hasieratuta dago bola geldiegi egoteko. Aldagai hau ere pribatua izango da.

- **gameController** - Aldagai hau *GameController* motakoa izango da. Honen bitartez, script horretan dauden funtzio eta aldagai publikoak erabili ahalko dira. Aldagai hau pribatua izango da.
- **sonidoBola** - Aldagai hau bolaren soinua izango du barruan eta horrek esan nahi du *AudioSource* motakoa izango dela. Publikoa izango da, gero Unity-ko interfazetik soinua atzitu ahal izateko.
- **ballInitialPosition** - *Vector3* motako aldagai honek bolaren hasierako posizioa gordeta izango du. Pribatua izango da.
- **ballInitialRotation** - *Quaternion* motako aldagai honek bolaren hasierako errota-zioa gordeta izango du. Pribatua izango da.
- **thrown** - Aldagai honek bola jaurti den ala ez jakiteko balioko du. Horregatik, *bool* motako aldagaia izango da, *false*-ra hasieratuta. Pribatua izango da.

#### Funtzioak:

- **Start** - Eguneratze metodoak lehen aldiz deitu aurretik, script-a gaituta dagoenean deitzen zaio funtzio honi. Horrela, *bola*, *ballInitialPosition*, *ballInitialRotation* aldagaien balioak hasieratuko dira guztia hasi baino lehen.
- **Update** - Eguneratze funtzio hau frame edo fotograma bakoitzean deitzen zaio, *MonoBehavior* gaituta badago. Horregatik honen barruan teklatuaren eta saguaren kontrolak egongo dira. Honakoa egingo du: baieztatzea teklaren bat sakatuta bada, eta horrela bada, programak gauza bat edo beste bat exekutatu du, sakatutako teklaren arabera.
- **TirarBola** - Funtzio hau erabiltzaileak bola jaurtitzeko botoia sakatzen duenean aktibatzen da. Honetan boloaren abiadura aldatu eta aurrerantz jaurti egiten da.
- **actPuntuacion** - Funtzio honetan bakarrik puntuazioa eguneratzen da. Horretarako *GameController* scriptean dagoen funtzio bat exekutatu du.
- **Salir** - Funtzio hau botoi baterako sortu da eta behin sakatzean jokotik ateratzeko gaitasuna ematen du.
- **reiniciarJuego** - Funtzio honen funtzionalitate nagusia joko berrabiaraztea izango da. Hori *Update* funtzioan tekla bat sakatzean programatuta dago.

### 6.5.2 BallController.cs scripta

Script honek erabiltzaileak erabiltzen duen bola (*BolaUser*) kontrolatzen du. Aldagai eta funtzio bakar batez osatuta dago. Script hau *BolaUser* objektura atzitura dago. Hurrengo lerroetan scriptean dagoen aldagaia eta funtzioa azalduko dira.

Aldagaia:

- **gameController** - Aldagai hau *GameController* motakoa da eta pribatua izango da. Horrela lortuko dugu *GameController* scriptean dauden funtzio eta aldagai guztiak eskuragarri izatea.

Funtzioa:

- **OnCollisionEnter** - *OnCollisionEnter* talka / gorputz zurrun hau beste bat ukitzean exekututzen da, hau da, kasu honetan, bolak beste objektu batekin talka egiten duenean funtzio hau exekutatu da.

### 6.5.3 GameController.cs scripta

Script honetan boloen talkak eta jaurtiketaren puntuazioa kontrolatuko dira. Script hau *GameController* *GameObject*-era atzitura dago. Hurrengo lerroetan scriptean dauden aldagaiak eta funtzioak azalduko dira. Aldagaiak:

- **bolos** - Aldagai hau *GameObject* motako lista bat izango da eta bertan eszenan dauden boloak gordeko dira. Aldagai hau publikoa izango da *Controles* scriptean behar delako.
- **sonido** - Zenbakizko aldagai hau boloen soinua zenbat aldiz erreproduzitu den kontrolatzeko da. Pribatua izango da.
- **textScore** - Aldagai hau ondoren pantailan erakusteko erabiliko da zenbateko puntuazioa lortu den jaurtiketa batean. *TextMeshProUGUI* motakoa izango da eta hau aurretik *Canvasean* sortutako testua izango da. Aldagaia pribatua izango da.
- **sonidoBolo** - Aldagai hau boloen talka soinua izango du barruan eta horrek esan nahi du *AudioSource* motakoa izango dela. Publikoa izango da gero Unity-ko interfazetik soinua atzitu ahal izateko.

- **bolosCaidos** - Aldagai hau zenbakizko motako lista bat izango da eta bertan erori diren boloen zenbakia gordeta izango du. Bolo bakoitza 1etik 10era identifikatuta dago eta ondorioz jakin dezakegu zein bolo erori den.
- **bolosNoCaidos** - Aldagai hau zenbakizko motako lista bat izango da eta bertan erori ez diren boloen zenbakia gordeta izango du. Honako aldagaia aurrekoaren berdina da, baina erori ez diren boloak zenbatzeko balioko du.
- **totalscore** - Zenbakizko motako aldagai honek puntuazio totala gordeta izango du. Zerora hasieratuta egongo da, boloak jauzi baino lehen puntuazioa zero izango delako. Aldagai hau pribatua izango da.
- **public List<Vector3> posicionInicialBolos** - *Vector3* motako lista hau boloen hasierako posizioa gordetzeko balio du. Honekin jakin dezakegu edozein momentutan non egon diren boloak hasieran. Lista hau publikoa izango da.
- **public List<Quaternion> bowlsInitialRotation** - *Quaternion* motako lista hau boloen hasierako errotazioa gordetzeko balio du. Honekin jakin dezakegu edozein momentutan zelako errotazioa duten boloei hasieran. Lista hau publikoa izango da.

Funtzioak:

- **Start** - Eguneratze metodoak lehen aldiz deitu aurretik, script-a gaituta dagoenean deitzen zaio funtzio honi. Horrela, `textScore`, `bolos`, `sonido`, `posicionInicialBolos` eta `bowlsInitialRotation` aldagaien balioak hasieratuko dira guztia hasi baino lehen.
- **TargetHit(GameObject go)** - Funtzio honekin kontrolatzen dugu boloen soinua noiz erreproduzitu behar den. Publikoa da *BallController* scriptetik deitzen delako.
- **actualizarPuntuacion** - Funtzio honek puntuazioa kalkulatzeko du helburu. Horretarako boloen azken posizioa begiratzen du eta hasierakoarekin alderatzen du. Desberdinak badira orduan puntuazioa +1 egingo da.

## 6.6 Canvas

Canvas UI (*User Interface*) elementu guztiek egon behar duten eremua da. Canvas-a *GameObject* bat da, eta interfazeko elementu guztiak Canvas horren umeak izan behar dira.

Canvas eremua laukizuzen gisa bistaratzen da Eszena Ikuspegian. Horrek UI elementuak kokatzea errazten du denbora guztian Joko Bista ez erabiltzeko. Canvasek EventSystem objektua erabiltzen du mezu sistemari laguntzeko.

Proiektuaren Canvasean hiru elementu sartu dira:

- **Irteera botoia.** Botoi honekin jokalaria joko barruan egotean, jokotik ateratzeko aukera ematea lortu nahi da . Horretarako **GameObject > UI > Button** aukeratu da eta ondoren botoiari lehenetsitako testua aldatu da.

Gero, *OnClick* funtzioa konfiguratu behar da. Horretarako kameraren *GameObject*-a eraman behar da objektuak ipintzen duen atalera eta, azkenik, *Controles* scriptean *Salir* funtzioa aukeratu behar da. 6.3 irudian agertzen da nola geratu beharko litza-teke:



**6.3 Irudia:** OnClick nola geratu behar den

- **Puntuazioaren testua.** Honekin pantailan jokalariaren puntuazioa agertzea lortzen da. Hori lortzeko **GameObject > UI > Text- TextMeshPro** aukeratu da eta, ondoren, nahi den tokian kokatu da. Gero lehenetsita dagoen testua aldatu da 'Score: '-ra eta aurreko programazioaren bidez bertan puntuazioa eguneratuta egotea lortu da.
- **Panel bat.** Hau puntuazioaren testuaren atzetik kokatu da testua hobeto ikusteko. **GameObject > UI > Panel** sakatzean, panel bat jartzen da Canvas osoan. Azkenik puntuazioaren testura bere tamaina egokitu da.

## 6.7 Soinuak gehitu

Soinuak gehitzeko baldintza bakarra soinu guztiak *mp3* formatuan egon behar direla da. Zein soinu ipini diren ikusteko, A eranskinean aurkeztu dira.

Lehenik eta behin, karpeta berri bat sortu behar dugu *Assets-en Sounds* izenekoa. Bertaun aurretik deskargatutako soinuak sartuko dira. Ondoren, proiektuan soinuak gehitzeko **GameObject > Audio > Audio Source** aukeratu behar da. Hori egitean *GameObject* bat sortzen da, bertan aurretik kargatutako soinuak sartu ahalko dira. Hainbat aukera dauka soinu bakoitzari ipintzeko eta hurrengo lerroetan soinu bakoitzean ipinitako aukerak azalduko dira:

- **Atzeko musika.** *AudioSource* honetarako *Blues.mp3* abestia kargatu da. Honek *Play on Awake* eta *Loop* aukerak markatuta ditu, joko hasten denean erreproduzitzeko eta abestia amaitzen denean berriro erreproduzitzeko. Beste alde batetik bere bolumena jaitsi da, atzeko musika baita.
- **Bolaren soinua.** Hemen *SonidoBola.mp3* audioa erabili da. Honek ez du aukerarik markatuta eta bere bolumena topera dago.
- **Boloen soinua.** Azken *AudioSource* honetan *BolosCayendo.mp3* abestia erabili da. Honek ez ditu aukerarik markatuta eta bere bolumena topera dago.

## 6.8 Aplikazioa Oculus Quest 2 betaurrekoetara moldatzen

Lehenik eta behin, 'Build Settings' atalean, Android plataforma aukeratu behar da, ondoren, gure eszena aukeratu eta azkenik, 'Switch Platform' botoiari eman. Honek denbora dezente eman dezake beharrezko bihurketak egiten gure aplikazioa Android aplikazio batera aldatzeko. Honek lan ugari suposatzen du testura konprimaketak eta abar egiten dituelako. Aplikazioaren lehenengo konpilaketa ere nahiko motela izango da, baina hurrengoak azkarrago egingo dira beharrezko aldaketa guztiak aurretik eginda daudelako.

### 6.8.1 Paketeen inportazioa

Hurrengo pausua hainbat pakete instalatzea izango da. Instalatutako paketeak hurrengoak dira:

- Oculus Integration
- Oculus XR Plugin - 1.8.1 bertsioa
- XR Plugin Management - 4.0.5 bertsioa

XR Plugin Management paketea instalatzean, hainbat aukera desberdin agertzen dira inportatzeko, baina proiektu honetarako erabiliko direnak hurrengoak dira:

- OculusProjectConfig.asset
- Platform
- SampleFramework
- VR

Behin paketeak instalatuta daudela, hainbat aldaketa egin beharko dira. Horretarako 'Build Settings' atalean sartu, ondoren 'Player Settings' botoian klikatu eta hurrengo aldaketak egin dira:

- Company Name atalean: GrAL
- Product Name atalean: Boloak
- Package Name atalean: ehu.GrAL.Boloak
- Minimun API level atalean: Android 6.0 (level 23)

Gero, XR Plugin Management atalean sartu egin behar da eta bertan Oculus aukera aktibatu beharko da. Horrek nahiko denbora ematen du Vulkan ezabatzen duelako Graphics APIs-etatik eta bakarrik OpenGL ES3 uzten duelako.

### 6.8.2 Aldaketak *GameObject*-etan

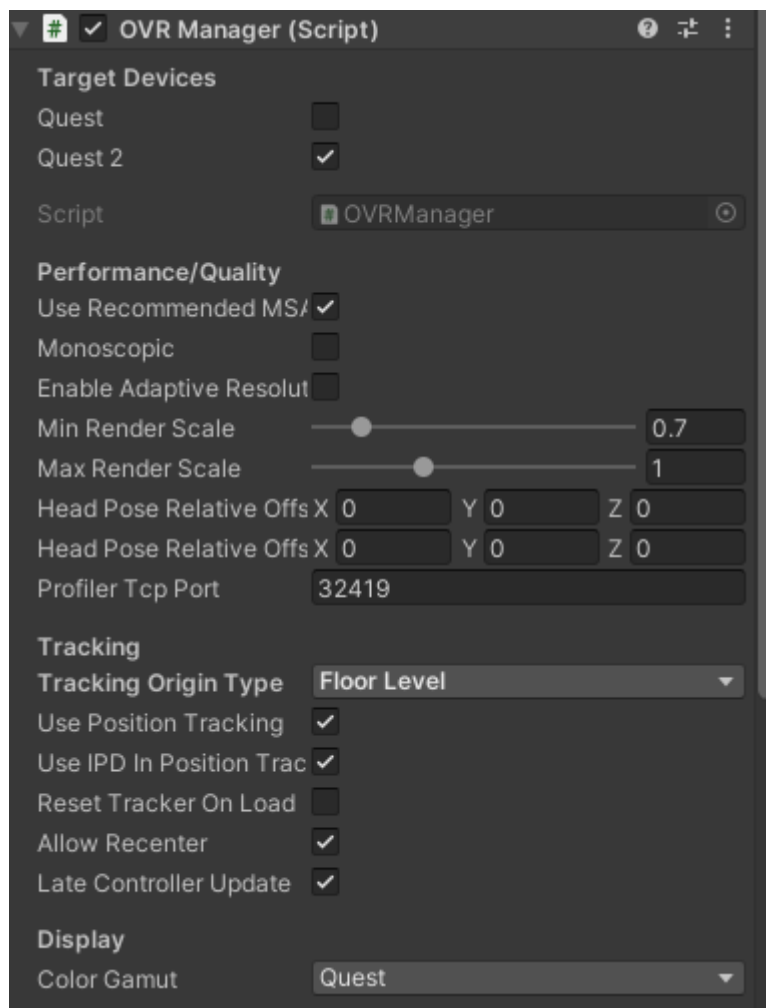
Kameran aldaketak:

Pausu honetan lehenik eta behin, aurretik zegoen kamera ezabatu behar da. Kamera berria sartzeko *Assets*-etan *OVRplayer* bilatu behar da eta agertzen den *GameObject*-a eszenara gehitu eszenara.

Ondoren, kamera konfiguratu beharko da. Lehenik eta behin, *Controles* scripta atzitu beharko zaio, aurretik kameran atzituta zegoen bezala. Gero, kontroladoreak gehitu behar

dira. Horretarako, **OVRPlayerController > OVRCameraRig > TrackingSpace >** aukeratu behar da. Bertan **LeftHandAnchor > LeftControllerAnchor** eta **RightHandAnchor > RightControllerAnchor** dago. Azken zatirekin barruan OVRControllerPrefab bat gehitu behar da. Hori aurkitzeko *Assets*-etan *OVRControllerPrefab* bilatu behar da eta agertzen den *Prefab*-a gehitu. Gero, bakoitzean bakarrik ipini behar da eskuineko edo ezkerreko kontroladorea den.

Azkenik, *OVRCameraRig*-en 6.4 irudian agertzen den konfigurazioa ipinita egon behar da.



**6.4 Irudia:** OVRCameraRig konfigurazioa

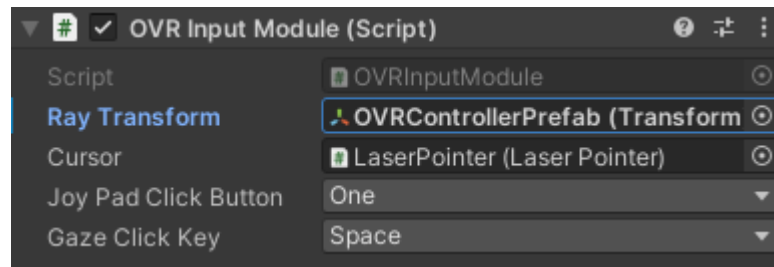


Canvasean aldaketak:

*EventSystem* kendu behar da eta horren ordez *UIHelpers* kargatu behar da. Hori egiteko *Assets*-etan *UIHelpers* bilatu behar da eta agertzen den *GameObject*-a eszenara gehitu.

Ondoren hori konfiguratu beharko da eta horrek hiru azpiobjektu diru:

- **LaserPointer.** Atal honetan bakarrik laserrari kolore bat eman zaio. Horretarako *Assets*-etan *teleportlaser* bilatu eta agertzen den materiala atzitu zaio materialari.
- **Sphere.** Hemen ez da ezer aldatu.
- **EventSystem.** Hemen eskuineko kontroladorea *Ray Transform*-era atzitu da eta kurtsoreari aurretik konfiguratutako *LaserPoint*-a atzitu zaio. 6.5 irudian agertzen da nola geratu beharko litzateke konfigurazioa.



**6.5 Irudia:** EventSystem konfigurazioa

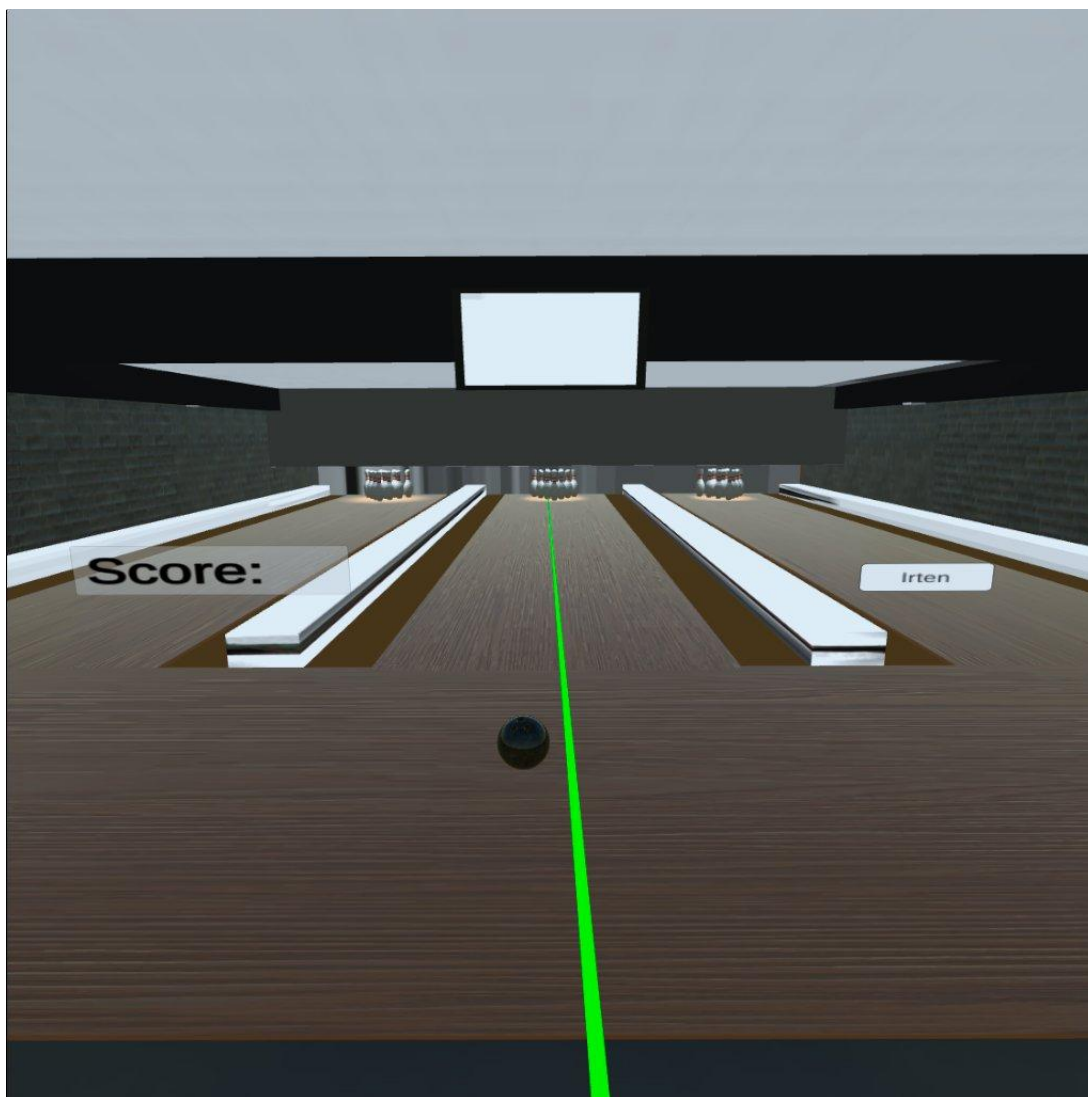
### 6.8.3 Aldaketak scriptetan

Scriptetan bakarrik aldatu beharko da *Controles* scripta. Bertan, *Update* funtzioa aldatu beharko da eta Oculus Quest 2 kontroladoreen botoiak jarri beharko dira, lehen sagua eta teklatuaren botoiak zeuden lekuan. Horrekin kontrol guztiak betaurrekoen kontrolpean egongo dira.

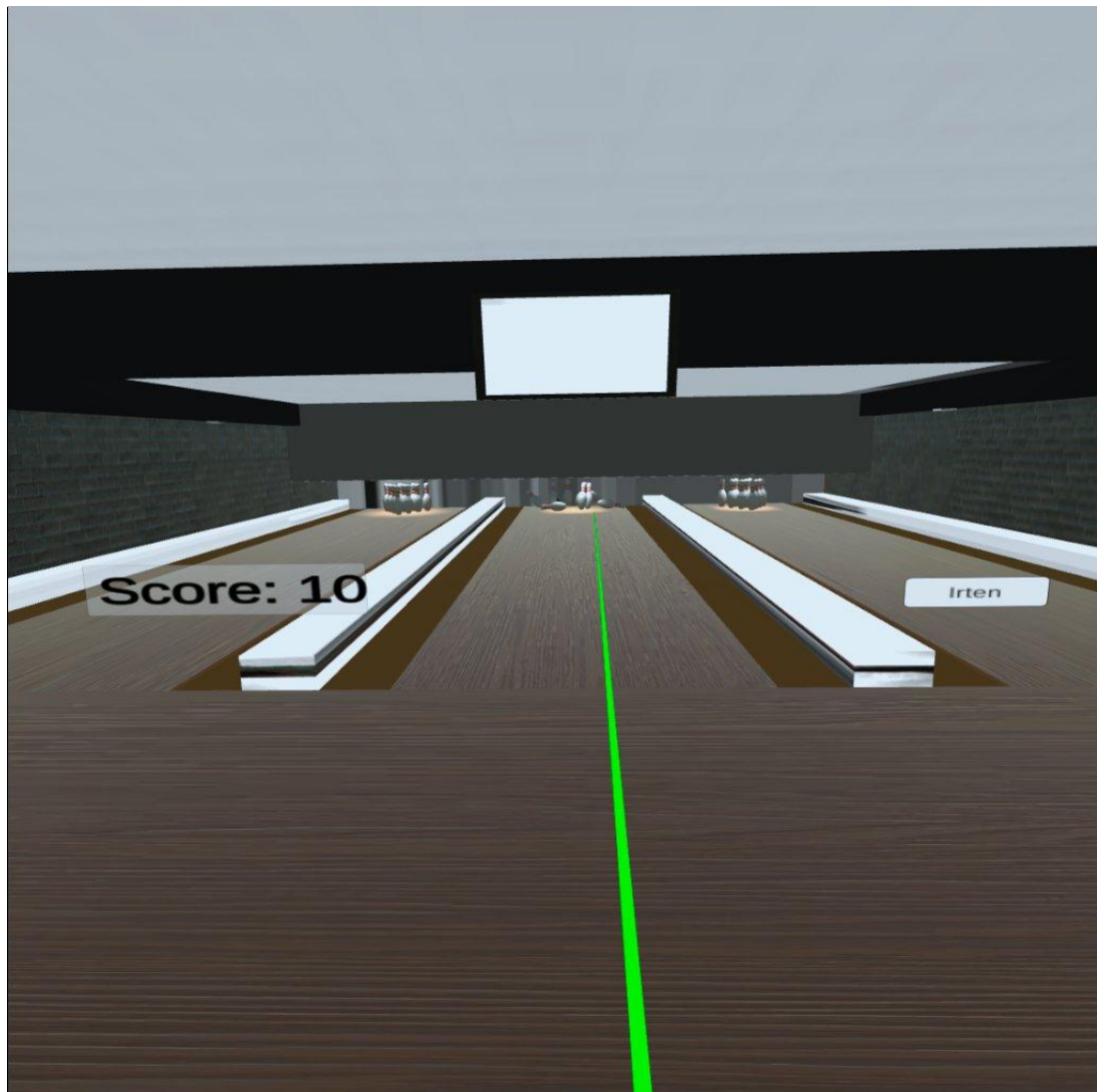
### 6.8.4 Probak

Azkenik, jokia betaurrekoekin frogatu behar da bere funtzionamendua ondo dagoela baieztatzeko. Hau hainbat aldiz egin behar izan da hasieran funtzionamendua ez zelako egokia edota kamera txarto kokatuta zegoelako.

Hurrengo irudietan ikusi daiteke proiektuaren emaitza. 6.6 irudian ikusi daiteke joko hasten denean ikusten den pantaila. Puntuazioa ezkerreko beheko aldean kokatuta dago, bola eta boloak erdian eta irteera botoia eskuineko aldean. 6.7 irudian ikusten da jaurtiketa egin dela eta ondorioz puntuazioa eguneratu dela boloak bere hasierako posiziotik mugitu direlako.



**6.6 Irudia:** Jokoa hasieratzean ikusten dena



**6.7 Irudia:** Jokoan jaurtiketa bat egitean ikusten dena



## 7. KAPITULUA

---

### Ondorioak eta etorkizuneko lana

---

Kapitulu honetan, proiektuari buruz atera diren ondorioak ikusiko dira. Horretaz gain, proiektu honek izan ditzazkeen hobekuntzak edo etorkizunean egin daitezkeen lanak ere azalduko dira.

#### 7.1 Ondorioak

Proiektua garatzeko helburu nagusia boloen joko bat garatzea izan da. Garapen hori egiteko Blender 3D modelatze programa eta Unity motorra erabiltzea erabaki da.

Behin jokia garatzeko motorra aukeratu zela, jokia nolakoa izango zen pentsatu zen. Horretarako hainbat helburu sortu ziren diseinua eta garapenaren kapituluan azaltzen direnak.

Garapenaren hasieran, bideo-jokoaren modelatzea egin da. Horretarako, aurretik esan den moduan, Blender programa erabili da. Ondoren jokoaren integrazioa egin da Unity motorrarekin. Ondoren, jokoaren interfazeak eta hauek osatzeko scriptak sortu dira. Azkenik, osagai gehigarriak sortu dira scriptekin batera, hala nola, soinu-efektuak eta azken momentuko ukituak.

Aurretik azaldutako helburuetatik zeintzuk bete diren azalduko da:

- Helburu orokorrak:
  - **Eszena osotua sortzea.** Helburu hau bete da. Horretarako Blender programa erabili da. Modelatzea atalean azaltzen den bezala, hainbat objektu desberdin sortu dira eszenari ingurune erosoago eta osotua emateko.
  - **Bolaren mugimendu horizontala.** Inplementatu da. Helburu honek bola X ardatzean mugitzea du xede bezala. Horrela, bola koka daiteke nahi den tokian ondoren jaurtiketa egiteko.
  - **Bolak eta boloak berrabiarazi.** Inplementatu da. Hemen partida bat egitea lortu nahi zen. Bolarekin ez da egon arazorik, baina boloekin arazo asko egon dira. Boloen hasierako posizioa eta biraketa hartuta, hori berdina ipiniz, boloak jauzita bazeuden horrela geratzen ziren eta ezinezkoa egin da hori konpontzea. Azkenean, jaurtiketa bakoitzean, puntuazioa jarri eta gero, botoi bati emanez joko berrabiarazten da eta orduan berriro jokatu daiteke.
  - **Puntuazioa denbora errealean.** Inplementatu da. Hasieran taula bat egin nahi zen jaurtiketa bakoitzaren puntuazioarekin, baina nola boloen berrabiaraztea ezinezkoa egin den, bakarrik puntuazio totala ipintzen da izkina batean.
  - **EB egokitzapena.** Helburu hau lortu da. Hau proiektuaren azken asteetan egin da. Honekin Oculus Quest 2 betaurrekoentzat joko funtzional bat izatea lortzen da. Inplementazioan azaltzen den moduan, hainbat lerro kode aldatu behar izan dira hasierako bertsiotik azkenera arte joko ondo funtzionatzeko.
  
- Helburu gehigarriak:
  - **Irteera botoia.** Inplementatu da. Helburu hau nahiko erraza izan da. Jokoaren barruan bazaude eta botoi honi emanez, jokotik ateratzea lortuko da. Hau oso erabilgarria izan daiteke oso bisuala baita.
  - **Soinuak eta musika inplementatzea.** Helburu hau inplementatu da. Honek jokoari errealismo handiagoa ematea du helburu. Hau egiteko hainbat soinu deskargatu behar izan dira inplementazioa atalean azaltzen direnak. Horiek, objektuek talka egiten dutenean erreproduzitzen dira eta horrela errealismo handiagoa ematen du soinuak entzutean.
  - **Menu bat sortu.** Helburu hau ez da inplementatu. Denbora faltaren ondorioz, ez du eman denborarik helburu hau garatzeko.

## 7.2 Etorkizuneko lana

Helburu gehienak inplementatu direla ikus daiteke. Hala ere, etorkizuneko lanerako, bete gabe geratu diren funtzionalitateak eta helburua gara daiteke, beti ere jokoarentzako hobekuntzak badira.

Bideo-jokoen garapenari buruz hitz egitean, zaila da jakitea noiz amaitzen den fase hori, beti zerbait berria dagoelako inplementatzeko edo hobetzeko.

Etorkizunean hurrengo puntuen inplementazioa egin daiteke:

- **Bete ez diren helburuak egin.** Aurretik azaldutako bete ez diren helburuak.
- **Jokoaren funtzionalitatea hedatu.** Hemen aukera ugari daude. Dagoen aplikazioa hartu eta hobe daiteke funtzionalitateak pixka bat aldatuz. Baita funtzionalitate berriak ere gehitu daitezke. Adibidez, partida oso bat sortu daiteke, puntuazioa taulan batean jarriz eta jaurtiketa bakoitzaren puntuazioa eguneratuz. Bestetik, hasierako menu bat sortu eta puntuaziorik honenak jartzeko aukera gara daiteke.
- **Eszenaren grafikoak hobetu.** Eszena osoaren grafikoak hobetzea beste etorkizuneko helburu bat izan daiteke. Lan handia egin daiteke arlo honetan: objektu gehiago gehitu, dauden objektuak hobetu, beste eszena berriak sortu maila desberdinak jokatzeko eta abar.
- **Beste plataformetara hedatu.** Etorkizunerako beste helburu bat izan daiteke, adibidez, ordenagailuan erabiltzeko bertsio osotua sortzea, edota proiektu honetan garatutako aplikazioa beste EB kaskoetara moldatu Oculus Quest 2 kaskoetz gain.





# **Eranskinak**



## A. Eranskina

---

Atal honetan, proiektua garatzeko erabili diren materialak zerrendatuko dira.

Erabilitako testurak eszenarako:

- Pistaren zorua:  
<https://cc0textures.com/view?id=Wood052>
- Horma orokorra:  
<https://cc0textures.com/view?id=Bricks058>
- Zoru orokorra:  
<https://cc0textures.com/view?id=Wood051>
- 1. bola:  
<https://cc0textures.com/view?id=Metal014>
- 2. bola:  
<https://cc0textures.com/view?id=PaintedPlaster001>
- 3. bola:  
<https://cc0textures.com/view?id=PaintedPlaster001>
- 4. bola:  
<https://cc0textures.com/view?id=Plastic005>

- 5. bola:  
<https://cc0textures.com/view?id=Marble009>
- 6. bola:  
<https://cc0textures.com/view?id=Lava005>

Erabilitako audioak:

- Atzeko musika *Blues* abestia:  
<https://patrickdearteaga.com/es/musica-libre-derechos-gratis/pagina-2/>
- Bolaren soinu-efektua:  
<https://freesound.org/people/driftworks/sounds/128969/>
- Boloen talkaren soinu-efektua:  
[https://www.youtube.com/watch?v=3nITd0ksIhM&ab\\_channel=FreeSoundsEffects%2FEfectosdeSonidosGratis](https://www.youtube.com/watch?v=3nITd0ksIhM&ab_channel=FreeSoundsEffects%2FEfectosdeSonidosGratis)

## B. ERANSKINA

---

### B. Eranskina

---

Eranskin honetan proiektuan zehar erabilitako laguntza bideoak zerrendatuko dira eta zertarako erabili diren adieraziko da.

Modelatzearen atalerako:

- Boloak sortzeko  
[https://www.youtube.com/watch?v=ey9XchE7DfE&t=146s&ab\\_channel=TheCreative3D](https://www.youtube.com/watch?v=ey9XchE7DfE&t=146s&ab_channel=TheCreative3D)
- Pistak eta bolak sortzeko  
[https://www.youtube.com/watch?v=dNn\\_xuxP9qo&t=987s&ab\\_channel=AriaFaithJones](https://www.youtube.com/watch?v=dNn_xuxP9qo&t=987s&ab_channel=AriaFaithJones)
- Sofak sortzeko  
[https://www.youtube.com/watch?v=2p5wh8gtt9c&t=190s&ab\\_channel=BLENDERFORBEG](https://www.youtube.com/watch?v=2p5wh8gtt9c&t=190s&ab_channel=BLENDERFORBEG)
- Blenderren testurak sartzeko  
[https://www.youtube.com/watch?v=ihgfC7zq5Kg&t=536s&ab\\_channel=Blendtuts-ES](https://www.youtube.com/watch?v=ihgfC7zq5Kg&t=536s&ab_channel=Blendtuts-ES)
- Nola esportatu proiektu bat testurekin  
[https://www.youtube.com/watch?v=MglPVfdR1Ik&ab\\_channel=GameDevTraum](https://www.youtube.com/watch?v=MglPVfdR1Ik&ab_channel=GameDevTraum)

Inplementazioaren atalerako:

- Hasierako jokia eta VR moldaketa egiteko  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLMej\\_dmgQ84aHjgJWOdyLIKTea3f0rZc2](https://www.youtube.com/playlist?list=PLMej_dmgQ84aHjgJWOdyLIKTea3f0rZc2)

- Bolaren mugimendu horizontalerako

[https://www.youtube.com/watch?v=WRvIW3bTANs&t=2443s&ab\\_channel=AwesomeTuts](https://www.youtube.com/watch?v=WRvIW3bTANs&t=2443s&ab_channel=AwesomeTuts)

- Invoke funzioa sortzeko

[https://www.youtube.com/watch?v=ni03egCbFrs&t=64s&ab\\_channel=EscueladeJuegos](https://www.youtube.com/watch?v=ni03egCbFrs&t=64s&ab_channel=EscueladeJuegos)

- Irteera botoia egiteko

[https://www.youtube.com/watch?v=SIqg35nkySE&ab\\_channel=DavidGuevara](https://www.youtube.com/watch?v=SIqg35nkySE&ab_channel=DavidGuevara)

### C. Eranskina

---

Eranskin honetan proiektuan zehar erabilitako informazio artikulak zerrendatuko dira.

- Realidad Virtual: otro mundo al alcance de tus ojos  
<https://www.iberdrola.com/innovacion/realidad-virtual>
- ¿Qué es el modelado 3D?  
<https://arcux.net/blog/que-es-el-modelado-3d/>
- ¿Cuáles son los principales usos de la realidad virtual en la actualidad?  
<https://www.formadisseny.com/cuales-los-principales-usos-la-realidad-virtual-la-actualidad/>
- No solo de juegos vive la realidad virtual: esto es lo que le depara el 2020  
<https://www.elperiodico.com/es/activos/innovadores/20200103/no-solo-juegos-realidad-virtual-depara-vr-7792736>
- Realidad virtual (VR) y Realidad aumentada (AR) en las empresas  
<https://grupogaratu.com/realidad-virtual-vr-realidad-aumentada-ar-las-empresas-industria-4-0/>
- El estado de la realidad virtual y mixta en 2020: éstos son los modelos, plataformas y juegos disponibles  
<https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/estado-realidad-virtual-mixta-2020-estos-modelos-plataformas-juegos-disponibles>

- Realidad Virtual: origen, actualidad y futuro  
[https://as.com/meristation/2018/01/10/reportajes/1515567480\\_172151.html](https://as.com/meristation/2018/01/10/reportajes/1515567480_172151.html)
- Tipos de Realidad Virtual y Tipos de Gafas de Realidad Virtual  
<https://grupoaudiovisual.com/tipos-de-realidad-virtual-y-tipos-de-gafas-de-realidad-virtual/>
- Los mejores cascos de realidad virtual de 2021  
<https://www.pcworld.es/mejores-productos/otros-dispositivos/cascos-realidad-virtual-3681582/>
- DISPOSITIVOS VR | ¿Qué gafas de Realidad Virtual comprar en 2021?  
<https://www.deusens.com/dispositivos-vr-gafas-realidad-virtual/>
- El estado de la realidad virtual y mixta en 2020: éstos son los modelos, plataformas y juegos disponibles  
<https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/estado-realidad-virtual-mixta-2020-estos-modelos-plataformas-juegos-disponibles>
- Qué son los motores gráficos y cuáles son los más populares  
<https://blogthinkbig.com/motores-graficos>
- Unity (motor de videojuego)  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(motor\\_de\\_videojuego\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Unity_(motor_de_videojuego))
- Unreal Engine  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Unreal\\_Engine](https://es.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine)
- Los 11 mejores motores gráficos para introducirse en el desarrollo de videojuegos  
<https://vandal.elespanol.com/reportaje/los-11-mejores-motores-graficos-para-introducirse-en-el-desarrollo-de-videojuegos>
- ¿Qué hace un modelador 3D?  
<https://www.ifp.es/blog/que-hace-un-modelador-3d>
- ¿Cuáles son los softwares de modelado 3D gratis que hay actualmente?  
<https://www.3dnatives.com/es/softwares-modelado-3d-gratis-210720202/#/>



---

## Bibliografía

---

- [3dBuilder, 2021] 3dBuilder (2021). 3d builder user's guide. <https://www.microsoft.com/en-us/3d-print/3d-builder-users-guide>.
- [Blender, 2021] Blender (2021). Blender 2.93 reference manual. <https://docs.blender.org/manual/es/latest/>.
- [BlocksCAD, 2021] BlocksCAD (2021). Manual blockscad for education. <https://www.blockscad3d.com/editor/docs/>.
- [Godot, 2021] Godot (2021). Godot docs, manual del editor. [https://docs.godotengine.org/es/latest/getting\\_started/editor/index.html](https://docs.godotengine.org/es/latest/getting_started/editor/index.html).
- [Maya, 2021] Maya (2021). Documentación de maya. <https://knowledge.autodesk.com/es/support/maya/getting-started/caas/simplecontent/content/maya-documentation.html>.
- [Newman, 2019] Newman, D. (2019). Experience 2030: The Future of Customer Experience. <https://www.sas.com/content/dam/SAS/documents/marketing-whitepapers-ebooks/third-party-whitepapers/en/futurum-experience-2030-110966.pdf>.
- [Source, 2021] Source (2021). Sdk docs. [https://developer.valvesoftware.com/wiki/SDK\\_Docs](https://developer.valvesoftware.com/wiki/SDK_Docs).
- [Unity, 2021] Unity (2021). Manual de unity. <https://docs.unity3d.com/es/530/Manual/UnityManual.html>.
- [UnrealEngine, 2021] UnrealEngine (2021). Unreal engine 4 documentation. <https://docs.unrealengine.com/4.26/en-US/>.