Modelatge i animació d'un Lleó en 3D

Treball final de grau

Autor: Fernàndez Ramos, Oriol
Grau en Multimèdia, Pla 2009
Director: Borrás Borrell, Elías

CONTINGUT

Resum 2
Paraules clau 3
Índex de taules 4
Índex de figures 5
Glossari 7
1. Introducció 9
1.1 Motivació 9
1.2 Formulació del problema 9
1.3 Objectius generals del TFG 10
1.4 Objectius específics del TFG 10
1.5 Abast del projecte 11
2. Estat de l'art 13
2.1 Estudi de Mercat 27
2.1.1 PRINCIPALS EMPRESES INTERNACIONALS: 27
2.1.2 Principals empreses nacionals: 28
2.1.3 Perfils professionals: 29
3. Gestió del projecte 30
3.1 Procediment i Eines per al seguiment del projecte 30
3.1.1 GANTT 31
3.1.2 Trello 32
3.2 Eines de validació 34
3.3. DAFO 34
3.4. Riscos i pla de contingències 35
3.5. Anàlisi inicial de costos 35
4. Metodologia 39
5. Desenvolupament del projecte 42
5.1 PREPRODUCCIÓ 42
5.1.1 IDEA INICIAL 42
5.1.2 ANIMACIÓ 42
5.1.3 Búsqueda d' informació 44
5.2 PRODUCCIÓ 45
5.2.1 modelatge LOW POLY 45
5.2.2 modelatge HIGH POLY 47
5.2.3 RETOPOLOGIA 49
5.2.4 TEXTURITZACIÓ 51
5.2.5 RIGGINg 56
5.2.6 ANIMACIÓ 67

5.2.7 grooming and fur 71
5.3 postproducció 80
6. RESULTAT FINAL 83
7. Conclusions i treballs futurs 84
8. Bibliografia 85
9. Annexes 87

RESUM

Aquest projecte consisteix en la creació d'un Lleó en 3D, que s'entregarà en format de vídeo, on es mostrarà l'animal en una animació en la que es puguin apreciar tots el processos que s'efectuaran durant el desenvolupament del projecte.

Es realitzaran les tasques des del plantejament de la idea inicial fins al estudi de l'anatomia de l'animal, passant per tota la producció, des del modelatge, fins a la animació del moviment tant de l'animal com dels seus pèls, generant tots els efectes visuals necessaris fins aconseguir el vídeo final, per poder crear un producte de referència quant a tècniques empleades i al tipus de resultat que es pot aconseguir amb pocs recursos i poc de temps per invertir.

En la part principal del projecte que es tracta de la postproducció, s'utilitzaran diverses tècniques avançades habituals en l'àmbit professional i es desenvoluparan sistemes específics per crear les diferents situacions necessàries en 3D.

Les tècniques que s'utilitzaran durant el procés consisteixen en el modelatge 3D, texturització, animació i *grooming* de l'animal. Per tal d'aconseguir que el resultat sigui el més realista possible, es partirà de la cerca d'informació veraç, que s'estudiarà, analitzarà i s'aplicarà durant el procés de creació del model 3D.

PARAULES CLAU

Modelatge, Rigging, Skinning, VFX, 3D, Hair and Grooming, Retopology, Unwrap, Render, Texturing, CGI.

ÍNDEX DE TAULES

Taula 3-1: Anàlisi DAFO.....31
Taula 3-2: Anàlisi Riscos i contingències.....32

ÍNDEX DE FIGURES

Img 2-1: Img 2-1: Gat de Nikolay Konstantinov 13
Img 2-2: Pel·lícula Futureworld del 1976 14
Img 2-3: Pel·lícula 1976, Young SherlockHokmes 14
Img 2-4: Pel·lícula Terminator 2, Judgement Day 15
Img 2-5: Pel·lículaToyStory 15
Img 2-6: Pel·lícula The Lord of the Rings – Making off 16
Img 2-7: Frame de la pel·lícula Rey león del 2019 18
Img 2-8: Modelatgesòlid d'un cotxe am el software 3DMax d'Autodesk 19
Img 2-9: Goril·la esculpitmitjançant el sotware Bru 20
Img 2-10: Diferències entre polígonsabans i després de realitzar la retopologia 21
Img 2-11: Unwrap d'un model mitjançant el software 3D Max, d'Autodesk 22
Img 2-12: Rigging d'un personatgemitjançant el sotware Maya, d'Autodesk 23
Img 2-13: Skinning d'un model 3D amb el software Maya, Autodesk 24
Img 2-14: Groom and fur d'una guineu 24
Img 2-15: Lighting references. Drawingtutorials. Tony Reinols 25
Img 3-1: Diagrama de Gantt Rúbrica 1 30
Img 3-2: Diagrama de Gantt. Rúbrica 2 31
Img 3-3: Tauler del Trello per la planificació del projecte Rúbrica 1 31
Img 3-2: Diagrama de Gantt. Rúbrica 2 32
Img 3-5: Gràfica de pressupostos. Rúbrica 1 34
Img 3-6: Gràfica de pressupostos. Rúbrica 2 34
Img 3-4: Tercera revisió del pressupost 35
Img 5-1: History board 43
Img 5-2: Model generat en ZSheres 43
Img 5-3: Model en lowpoly 43
Img 5-4: Imatges detalls high poly 45
Img 5-5: Model retopologia 47
Img 5-6: Model amb talls de Unwrap 49
Img 5-7: Model amb Unwrap 49
Img 5-8: Diffuse map 53
Img 5-9: Normal Map 54
Img 5-10: AmbientOclusion 54
Img 5-11: Model amb Normal Map i Ambient Oclusion 55
Img 5- 12: Model amb diffuse map del Subtance Painter 56
Img 5-13: Referència esquelet 57
Img 5-14: esquelet peu vs referència 57
Img 5-15: esquelet pota vs referència 58
Img 5-16: Ribbon, estructura de l'espina dorsal 59
Img 5-17: Ribbon aplicada al model 59
Img 5-18: estructura base per control de peu 60
Img 5-19: Dues estructures òssies dels peus 61
Img 5-14: esquelet peu vs referència 57
Img 5-15: esquelet pota vs referència 58
Img 5-16: Ribbon, estructura de l'espina dorsal 59
Img 5-17: Ribbon aplicada al model 59

Img 5-18: estructura base per control de peu 60
Img 5-19: Dues estructures òssies dels peus 61

GLOSSARI

Rigging: Procés de creació de l'esquelet i controladors per el model 3D, per tal de poder animar-lo.

Skinning: Procés d'assignació del *rigging* al model 3D. On s'avalua el efecte de l'esquelet sobre la malla 3D.

Hair and Grooming: Procés de creació i pentinat dels pèls o cabells del model 3D.

Retopology: Procés de conversió un model 3D d'alta resolució poligonal a un model amb una malla optima per ser animat.

CGI: *(Computer Generated Imagery)* Imatges generades per ordinador.

ZBrush: Software de modelatge 3D, d'escultura i pintura digital.

Maya: Software de l'empresa Autodesk, que te varies eines 3D com modelatge, animació, renderització, simulació de roba, cabell i dinàmiques de fluids.

Substance Painter: Software de texturització digital.

Render: Imatge digital creada a partir de un model o escenari 3D en un programa especialitzat. Procés en que el software calcula el resultat del model amb una il·luminació.

Arnold: Software de render incorporat en el Maya Autodesk.

Frame: Un *frame* és un fotograma, una de les imatge instantànies en la que es forma un vídeo.

Storyboard: Il·lustracions que representen el resultat les seqüencies d'un vídeo.

Malla o mesh: Cada una de les estructures 3D creades en un software especialitzat, formades per polígons triangulars i quadrilàters.

Topologia: Quantitat i distribució de polígons que formen una malla 3D.

Unwrap: Procés en que es divideix el la geometria 3D per que es pugui assignar una imatge 2D sobre un model 3D.

UV's (UVW): Interpretació d'una imatge 2D en els softwares 3D especialitzats. La U es l'eix X, la V l'eix i la Z s'interpreta per els softwares amb una W.

Mapejat UV: Procés en el que es projecta una imatge 2D sobre una superfície 3D, per tal de crear les seves textures.

Esquelet: Es l'estructura esquelètica del model 3D que permet la seva animació.

Joint: Recreació del software Maya dels ossos d'un esquelet 3D. Cada os es forma per dos *joints*, un al inici i l'altre al final.

NURB: Representació de corbes i superfícies poligonals en 3D

Cluster: Punts que permeten deformar diferents parts d'una geometria 3D amb diferents tipus de transformacions.

IK (Inverse Kinematics): Tècnica dels softwares 3D especialitzats, que permet determinar el moviment de les articulacions de manera automàtica.

IK solver: Aplicació del software Maya d'una IK sobre les *joints*.

Controlador: Creat per NURBS, controlen les articulacions de l'esquelet per moure el model i faciliten l'animació.

Skin weight: Valor d'afectació de cada *joint* de l'esquelet sobre la malla. S'interpreta en una escala de colors amb valors decimals, on el blanc és 1 i el negre és 0.

Key frame: Fotograma específic en el que es situa el model amb una posició i afecta els canvis dels següents fotogrames en referència al pròxim *key frame.*

Graph editor: Gràfic específic del software Maya, que permet veure i controlar com actuen les curves d'animació entre *key frames.*

Blocking animation (Stepped animation): Tècnica en la que s'estableixen *key frames* en el model 3D, amb poses específiques de l'animació. El software específic calcula la posició del model en els *frames* restants.

Dinàmic Hair: Animació de pèls i cabells amb càlculs de físiques, realitzats per els softwares 3D especialitzats

Cache: Emmagatzemament de dades d'un procés animat d'un software 3D especialitzat, que agilitza el procés d'animació.

1. INTRODUCCIÓ

1.1 MOTIVACIÓ

Des de sempre m'havia interessat com es creava el contingut audiovisual generat per ordinador, però mai havia conegut com es creava exactament i a mesura que passaven els anys en la universitat, m'anava interessant per temes més complexos dins els efectes visuals, principalment en la creació i animació de personatges.

La motivació per realitzar aquest projecte es basa en l'interès que tinc en el món de la postproducció audiovisual, sobretot el del CGI, tant de modelatge, com de l'animació de personatges. Aquest interès que he tingut per la realització dels efectes especials ve degut al recent protagonisme que han adquirit aquestes tecnologies en les pel·lícules actuals, el creixement de les empreses que empren aquestes tècniques, i la possibilitat de dirigir el meu futur professional cap aquest sector. L'oportunitat que m'ofereix aquest projecte, per tal de realitzar un aprenentatge adequat de les tecnologies més actuals i les tècniques que utilitzen les empreses més importants en el sector, i mostrar l'aprenentatge adquirit durant aquets anys de carrera.

1.2 FORMULACIÓ DEL PROBLEMA

El problema formulat en aquest projecte és aconseguir un resultat a nivell professional en la realització de totes les fases del procés de producció, per tal d'aconseguir una estètica semblant a una pel·lícula actual basada en CGI.

Per tal de realitzar-ho, necessitaré utilitzar els softwares més utilitzats per les empreses més punteres del sector. Hauré d'aplicar els coneixements adquirits durant els anys de carrera i assolir nous coneixements d'aplicacions, de forma autodidacta, durant el procés d'elaboració del treball.

Per tal d'assolir aquests coneixements necessaris per aconseguir una estètica a nivell d'una pel·lícula actual, és necessari que durant l'elaboració del projecte, s'assimilin i s'apliquin els coneixements que es van adquirint.

1.3 OBJECTIUS GENERALS DEL TFG

L'Objectiu general d'aquest projecte consisteix en crear un vídeo on es mostri una animació d'un Lleó en moviment, generat tot per ordinador, mitjançant efectes especials.

Aquests efectes especials consistiran en la generació del model de l'animal, l'animació del moviment i la simulació del moviment dels pèls.

Tots els efectes generats finalment s'unificaran i es renderitzaran en format de vídeo.

1.4 OBJECTIUS ESPECÍFICS DEL TFG

Els objectius específics del projecte consistiran en:

- Estudiar i aplicar l'anatomia d'un Lleó de forma correcte.
- Consolidar i assolir els coneixements dels softwares necessaris per tal de realitzar el modeltage, *rigging*, animació i *grooming* del animal.
- Crear simulacions que siguin físicament correctes en el moviment dels pèls.
- Aplicar de forma adequada l'anatomia del Lleó, en tots els àmbits del procés de producció del projecte.
- Gestionar correctament tot el material generat i planificar correctament tots els processos necessaris.
- Comprendre i aplicar els processos de gestió i planificació necessaris per a un projecte d'aquesta magnitud.
- Obtenir un projecte d'alta qualitat on es pugui observar tota la feina i complexitat que comporta i que serveixi de referència per projectes similars.

1.5 ABAST DEL PROJECTE

L'Abast del projecte comprèn tot el procés de creació del vídeo en el que es mostrarà el projecte finalitzat, des del plantejament de la idea inicial, fins a la producció de tots els efectes visuals fins a aconseguir el vídeo final.

Concretament dins el projecte, s'han de realitzar totes les tasques d'estudi de l'anatomia i moviment d'un Lleó, per tal de generar el contingut 3D que finalment es mostrarà en el vídeo definitiu.

Le eines que s'utilitzaran per realitzar totes les tasques seran *zBrush* i *Maya*, addicionalment si es requerís per les condicions es podria utilitzar algun altre software que fos més adient.

Els problemes que podrien sorgir a l'hora de crear tot el contingut 3D per el vídeo podrien ser de diferents tipus, el principal problema que podria sorgir tot i que s'ha contemplat en la planificació del projecte, per tenir-ho en compte, podria ser que per generar alguns efectes es requereixi de coneixements que siguin difícils d'assolir durant el temps de realització del projecte. Principalment degut al nivell de qualitat que es vol obtenir. Un altre problema que també està contemplat, podria ser un temps de render molt elevat per a tots els elements que s'han de generar, que es podria solucionar o bé reduint la qualitat a la qual s'obté la imatge final, o també es podrien aconseguir més recursos per renderitzar, com granges de render o utilitzant equips addicionals.

El projecte va dirigit a tres grans grups de persones, el primer grup seria als entusiastes dels models 3D, ja que una de les idees es que tingui un alt nivell de qualitat i que fos atractiu per el públic especialitzat.

Un altre dels grups als quals va dirigit el projecte és al dels estudiant o de gent que aspira a treballar en aquests sector creant un tipus de contingut similar, ja que la intenció del projecte es seguir el flux de treball que tenen els professionals del sector. És una manera de demostrar que si es té temps, coneixements i molta motivació, no fan falta una gran quantitat de recursos per aconseguir resultats adequats, d'aquesta manera podrà servir com a inspiració per a la gent que aspira a aconseguir resultats similars.

Per altra banda l'altre grup al qual va dirigit és als dels professionals que actualment estan treballant en la industria dels efectes visuals, ja que són el tipus de persona que coneixen com funcionen aquets tipus de projectes i realment podrien apreciar tota la feina i complexitat que hi ha en el projecte.

La idea és que un cop acabat el projecte qualsevol persona interessada pugui conèixer com s'ha realitzat tota la part d'efectes visuals i per tant que fins a un cert punt es puguin replicar tots els passos que he portat a terme. Per altra banda també és la intenció, que es pugui utilitzar aquest projecte com a referència

d'altres projectes molt complexos, i que es puguin realitzar sense gaires recursos.

Per aquets projecte la idea es poder fer-lo servir com una peça per ensenyar el meu *showreel* personal i demostrar la capacitat de portar un projecte d'aquestes característiques de principi a final, també demostrar les tècniques creatives a l'hora de crear tot el contingut 3D ja sigui la creació de model 3D, l'animació com el *grooming*.

Totes aquetes tècniques son habilitats que es troben en els perfils professionals. Per tant el perfil que es busca assolir en aquest projecte és un perfil amb una gran sortida professional com és el de modelador 3D o *Grooming Artist*.

Així podríem dir que el que es beneficiarà directament del resultat obtingut en aquest projecte seré jo, a part de tota la gent que també se'n beneficiï gràcies a la informació que pugui obtenir de tots els efectes visuals creats o dels elements tècnics o creatius que es puguin conèixer veient aquest projecte.

2. ESTAT DE L'ART

L'Objectiu d'aquest apartat és situar en context cadascuna de les parts més grans que porten el projecte. S'analitzaran les característiques i tècniques que s'utilitzen actualment, per tal de realitzar els processos a realitzar en el projecte.

HISTÒRIA I ESTAT ACTUAL DEL CGI:

El CGI va néixer com a necessitat de representar tots els aspectes en audiovisuals, que no es podien aconseguir en la realitat, degut tant al pressupost, com a possibilitat que podia resultar realitzar la seva representació.

El CGI *(Computer-generatedimagery)* com el seu nom indica, imatge generada per ordinador, és la implementació de gràfics 3D, generats per ordinador, en pel·lícules, videojocs, programes o anuncis de televisió, etc.

Va ser una tècnica que va començar a ser utilitzada en videojocs, l'any 1940, desenvolupats per programes d'escacs. No va ser fins als anys 70, que no es va utilitzar en pel·lícules. En els seus inicis es va començar a utilitzar per representar gràfics d'ordinador per mostrar proves científiques i d'investigació.

Els inicis del CGI, la seva animació era Bidimensional, l'any 1968, NikolaiKonstantinov, va crear el primer personatge animat per ordinador.

Img 2-1: Gat de NikolayKonstantinov

En aquesta imatge es mostra el personatge. El gat tenia una animació formada per un algoritme que avia resolt NikolaiKonstantinov juntament amb un equip de físics i matemàtics que permetia resoldre les equacions diferencials de moviment de l'animal.

Uns anys mes tard, el 1973, es va crear a primera pel·lícula d'animació digital, *Westworld* de Michael Crochton. Una pel·lícula de ciència-ficció que mostrava la visió a través dels ulls d'un robot.

La seqüela d'aquesta pel·lícula, *Futureworld*, va incorporar la primera imatge en 3D a la gran pantalla l'any 1976. Van generar una mà per ordinador en un llargmetratge.

Img 2-2: Pel·lícula Futureworld del 1976

L'any 1982, Pixar va publicar la pel·lícula Tron, el primer llargmetratge en tenir un personatge sencer en 3D, anomenat Bit. A partir d'aquesta pel·lícula, és quan es van començar a veure les primeres pel·lícules amb personatges generats per ordinador. Posteriorment, la mateixa companyia va crear la pel·lícula Young SherlockHolmes, la qual tenia el primer personatge fotorealista generat per ordinador, és a dir, el primer personatge presentat a l'espectador com si s'hagués gravat en el rodatge, de manera convencional.

Img 2-3: Pel·lícula 1976, Young SherlockHokmes

A partir dels anys 90, va haver un gran canvi en la utilització de CGI, gràcies a la entrada de empreses com *Industrial Light andMagic* (ILM), que van produir els primers efectes fotorealistes que convencies a l'espectador. L'any 1991, es va crear una de les pel·lícules que van canviar el futur del CGI dins el món de les produccions audiovisuals. La pel·lícula*Terminator 2: Judgement Day*, va crear un personatge en aspecte metall líquid, que va sorprendre a l'espectador, de tal manera que va donar l'Òscar a millors efectes especials a l'empresa.

Img 2-4: Pel·lícula Terminator 2, Judgement Day

L'Any 1993 es va crear la pel·lícula amb els efectes especials més realista fins el moment, *JurassicPark* de Steven Spielberg. On es va aconseguir integrar models 3D de dinosaures amb models animatrònics(mecanismes robòtics o electrònics que simulen l'aspecte o el comportament d'essers vius) a escala.

Dos anys més tard, el 1985 es va crear el primer llargmetratge realitzat íntegrament en 3D, *ToyStory* de Pixar. La qual va servir per començar un nou estil en la indústria audiovisual, generant una revolució en la creació d'un món totalment generat per CGI, sense actors ni espais.

Img 2-5: Pel·lícula ToyStory

Posteriorment a aquestes etapes, els CGI de les pel·lícules, les tècniques utilitzades i els softwares, han canviat molt, fins aconseguir el nivell hiperrealista, que podem veure actualment en les produccions audiovisuals

Un exemple d'aquestes noves tècniques actuals que va ser utilitzada en una de les més famoses produccions audiovisuals, és el personatge de *Goolum*, en la pel·lícula *The Lord of the Rings*, de Peter Jackson, on es va utilitzar en tota la seva plenitud, la tecnologia *Motioncapture*, que permet capturar les animacions d'un actor e integrar-les en un personatge 3D.

Img 2-6: Pel·lícula The Lord of the Rings – Making off

En l'actualitat, la utilització de noves tècniques com el *MotionTracker*, són molt utilitzades, tant en pel·lícules, com videojocs o anuncis. El pròxim pas a realitzar és la implementació de la Realitat Virtual, que ja en l'actualitat s'estan desenvolupant productes, com videojocs i aplicacions.

Pel que fa a la situació del *Hair and Grooming* en l'actualitat, l'any 2019 va sortir a l'estrena la pel·lícula del *Rey león*, recreada en CGI per la companyia Disney. La qual ha marcat els estàndards actuals, portant l'animació de pel al seu màxim exponent actual.

Img 2-7: Frame de la pel·lícula Rey león del 2019

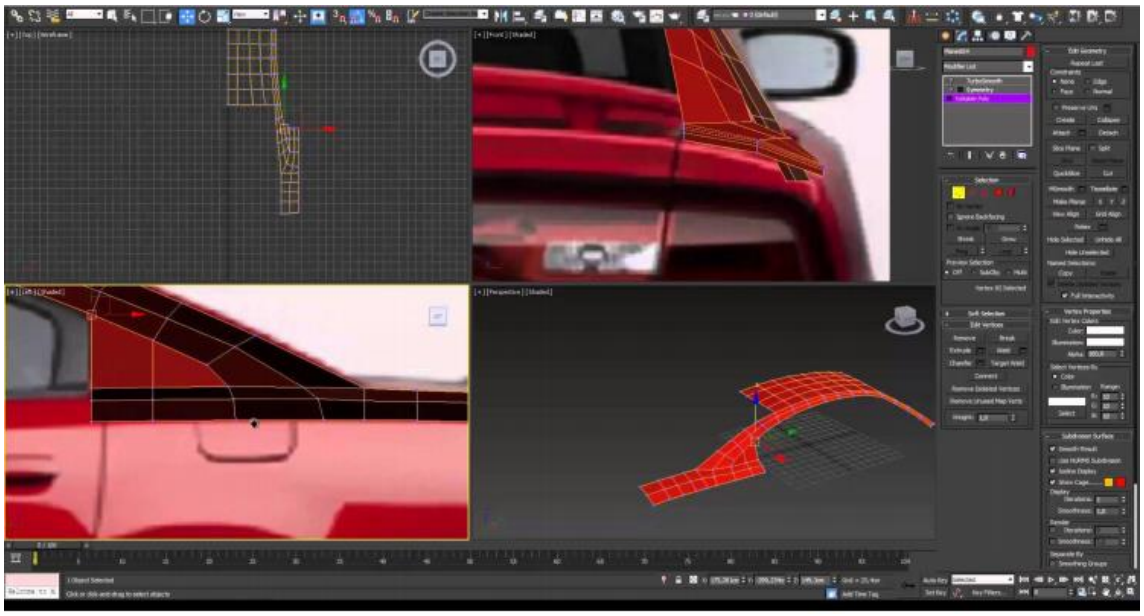
CREACIÓ DE MODELS 3D:

El modelatge és un procés de desenvolupament d'una representació matemàtica de qualsevol objecte tridimensional a través d'un software especialitzat (Wikipedia 3D modeling 2010).

El producte que es desenvolupa s'anomena Model 3D, és una imatge que es visualitza de manera bidimensional, mitjançant un procés anomenat renderitzat de 3D, o utilitzant una simulació per ordinador del propi software.

Actualment hi ha diverses tècniques per a modelatge. Aquestes tècniques estan diferenciades depenent del producte que es vulgui realitzar. Existeix el modelatge sòlid i el modelatge orgànic. El primer es tracta d'un modelatge per a la realització de models 3D amb estructura sòlida, anomenat *Hard Surface*, el qual s'utilitza per a coses inorgàniques, com per exemple un cotxe. El segon cas, el modelatge orgànic s'utilitza per a personatges 3D, que principalment tinguin un aspecte amb porositats i no sigui metall, per exemple la pell humana.

El modelatge orgànic és més precís que el modelatge sòlid, aquest es realitza mitjançant softwares diferents, com el *Mudbox*, programa de Autodesk, o el *zBrush*, programa de *Pixologic*. El segon programa anomenat anteriorment és el que s'utilitzarà per a fer el modelat d'aquest projecte, ja que és el que s'utilitza actualment en produccions d'àmbit professional.



Img 2-8: Modelatge sòlid d'un cotxe am el software 3DMax d'Autodesk

El modelatge 3D treballa a partir de polígons. Un polígon és la unitat mínima de representació d'un objecte 3D.

Per tal de crear un modelatge sòlid, es realitza a partir de un polígon i es van generant altres polígons segons la forma que volem crear. Per exemple, en la imatge anterior. Per tal de crear un cotxe, s'ha anat generat polígons seguint la forma de la superfície del cotxe.

En el cas del modelatge orgànic, també es treballa amb polígons, però es necessita d'una gran quantitat de detall, per tal de definir algunes parts del model. Aquesta quantitat de detall s'obté dividint el polígon amb molts polígons més petits, per tal que la forma i la posició entre ells, sigui diferent en punts molt específics del model.

MODELATGE ORGÀNIC:

És una forma de modelar que utilitza la tècnica *sculping*, és una manera de modelar basat en la escultura, on el modelador, mitjançant diferents pinzells que té el mateix programa de modelatge, pot crear qualsevol forma orgànica.

El esculpit digital serveix per a models amb formes complexes, que no poden ser realitzats mitjançant el modelatge sòlid argumentat anteriorment.

El programa més utilitzat per aquest tipus de modelatge és el *zBrush*. Aquest software es actualment el mes avançat en modelatge orgànic. Permet esculpir models detallats, i la manera d'utilitzar-ho és similar a esculpir en ceràmica. Aquest programa es aplicable a qualsevol àmbit del disseny. La seva forma de

treballar és intuïtiva i directa, similar a treballar amb materials plàstics. Permet treballar ràpidament amb geometries tridimensionals complexes.

Img 2-9: Goril·la esculpit mitjançant el sotware zBrush

Com podem observar en l'anterior imatge, el model del goril·la és molt realista. Aquest model ha estat realitzant mitjançant el software *zBrush*, esculpint cadascun dels trets facials del personatge, generant un model híper realista, que seria impossible mitjançant una tècnica de modelatge sòlid, tal com el cotxe de l'anterior fotografia.

Aquest tipus de modelatge, genera una gran quantitat de polígons (unitat mínima en la que es defineix el model 3D). Tenir una gran quantitat de polígons ens permet realitzar la tècnica de *sculping* amb una alta definició del model, però a la vegada, fa que sigui impossible la utilització del model en una animació. Una gran quantitat de polígons suposa una gran càrrega per processar, i per tant, el software d'animació és incapaç de suportar el model.

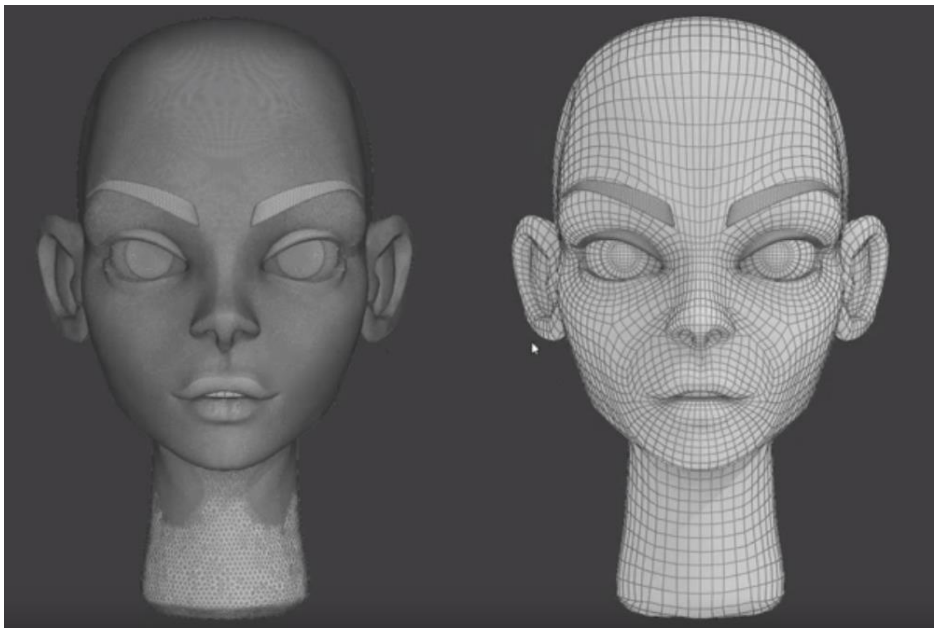
Per tal de solucionar aquest problema, s'utilitza una tècnica anomenada *Retopology*.

RETOPOLOGY:

És un procés en el que es canvia la topologia del model en *high poly*, en un model amb una quantitat de polígons optimitzat. S'utilitza, quan es necessita animar un model 3D.

La retopologia del model es realitza sobre la superfície del model d'alta càrrega poligonal, mantenint la forma i els detalls.

Els softwares actuals especialitzats en modelatge 3D, tenen eines per realitzar aquest procés de manera automàtica. En els casos de voler realitzar una animació sobre el model, es necessari realitzar de manera manual aquest procés. Ja que es necessita definir una topologia adequada per que al animar no es trenqui ni generi deformacions.



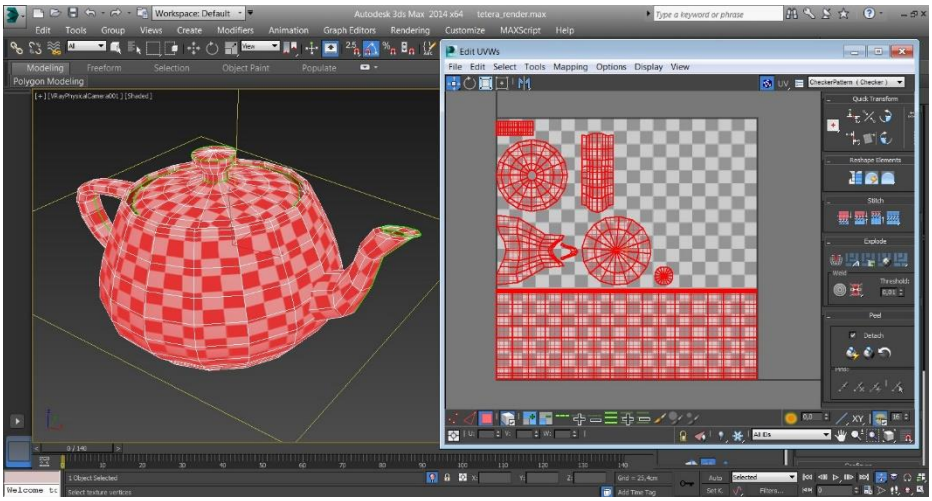
Img 2-10: Diferències entre polígons abans i després de realitzar la retopologia.

TEXTURITZACIÓ:

Per tal d'aconseguir el acabat del model 3D a color, es necessari assignar a cada una de les parts del model, un material. Aquest material estarà definit per el color, la textura i el comportament de la part del model envers a la llum, que vulguem obtenir, per tal de que sigui el més realista possible, o per obtenir el resultat desitjat.

El procés per tal d'assignar un material a cada una de les parts del model, per tal de que tinguin el aspecte desitjat, s'anomena texturitzat.

Com estem treballant en superfícies 3D, per assignar un material a una part del model, es necessari dividir per parts el model i convertir aquestes parts 3D en 2D. Aquests procés s'anomena *Unwrap* i com el propi nom indica, és el procés de "desembolicar" la part del model que volem texturitzar, generant un mapa, on es pot veure en 2D la part "desembolicada" del model.



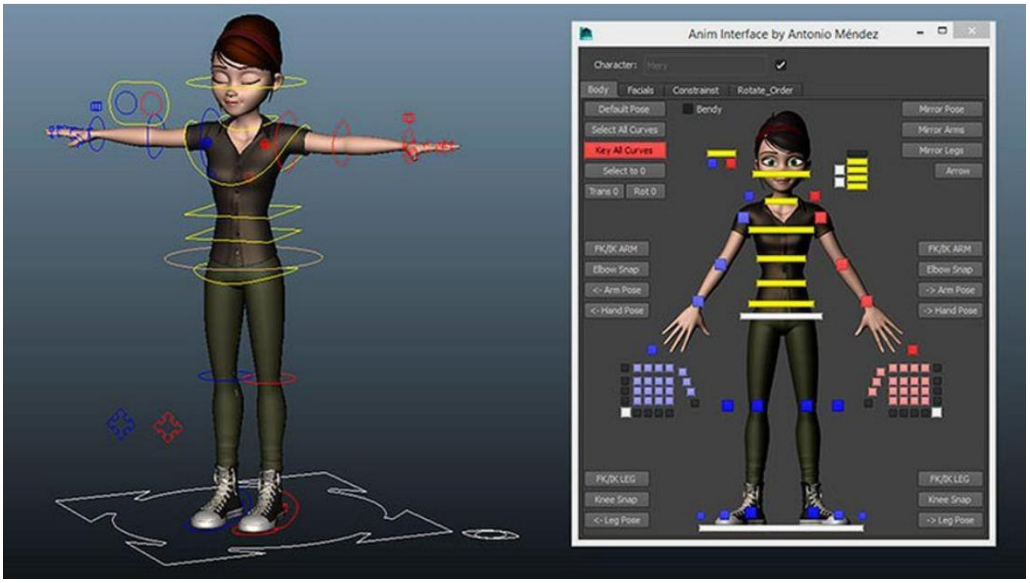
Img 2-11: Unwrap d'un model mitjançant el software 3D Max, d'Autodesk

Com podem observar en la imatge anterior, es necessari dividir per parts el model, per tal de que es pugui mostrar una imatge 2D sobre un model en tres dimensions.

RIGGING:

El *Rigging* és el procés de creació de controls digitals sobre un model 3D, perquè pugui ser animat fàcil i eficientment. Un *rigger* és com un creador de marionetes, però en aquest cas són marionetes digitals (Aruza, Johan 13 abril del 2011).

Per tal de generar un *rigging* d'un personatge, s'ha de crear l'esquelet, mitjançant un software com el Maya, *d'Autodesk*. Aquest software permet crear ossos sobre models 3D. L'Esquelet permet crear articulacions en el model 3D, per tal de moure'l de la manera que vulguem. Posteriorment es generen uns controlador de cada una de les articulacions de l'esquelet, perquè el procés d'animar sigui més senzill.

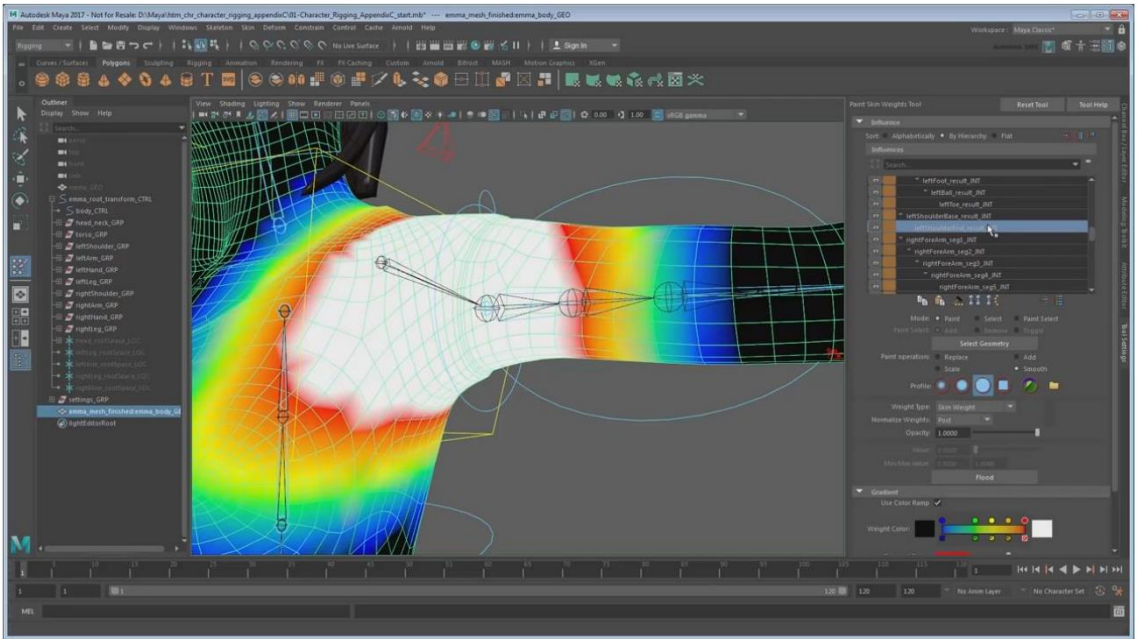


Img 2-12: Rigging d'un personatge mitjançant el sotware Maya, d'Autodesk

El *Skinning* és una tècnica que ens permet assignar els esquelet al model 3D. Ens permet controlar com volem que afecti el esquelet sobre la malla, assignant cada os de l'esquelet a les diferents zones del model 3D.

El *skinning* no només es basa en l'assignació de cada os amb cada zona del model 3D, sinó que també ens permet controlar l'afectació del moviment d'un os sobre cada zona, de manera que si mous un os de l'esquelet, es mogui un a zona assignada i les zones del voltant. Per tant, es veuran afectades més de una zona per el moviment d'un os. D'aquesta manera obtenim una animació mes realista de cada una de les zones del model 3D.

Es tracta d'un procés complexa, en el que s'ha de definir com afecten els ossos generats durant el procés de *rigging* del personatge, sobre el nostre model 3D. Es necessari que el *skinning* s'efectuï amb una animació del ossos, per tal de veure que el moviment de les zones afectades per el ossos animats, s'executi de forma adequada i realista.



Img 2-13: Skinning d'un model 3D amb el software Maya, Autodesk

En l'anterior imatge és mostra com afecta un os, a un part del model. Els colors freds son els que estan més allunyats de l'os i el blanc és una afectació del 100% sobre la zona. De manera que al animar aquest os, el moviment de la zona blanca serà del 100%, mentre que els de les altres zones nomes afectarà un percentatge inferior i s'anirà reduint aquests percentatge com més lluny estiguem de l'os. Això es fa perquè el moviment sigui escalat, recreant com es mou un esquelet real.

ANIMACIÓ 3D:

L'animació 3D es el procés per el que es dona moviment al model 3D. L'animació es tracta dels canvis de posició respecte el temps. De manera que els softwares específics recreen aquesta situació, assignant una posició del model respecte els frames.

Els animadors no toquen els esquelets del model 3D, sinó que només realitzen canvis de posició del model a partir dels controladors assignats anteriorment a les articulacions de l'esquelet. Per tant, assignen els valors dels key frames als controladors.

Un animador a de tenir clara la resolució de sortida i els frames per segons de l'animació abans de treballar, per tal de que l'animació quadri amb el resultat final.

L'animació en 3D es pot realitzar de diverses maneres, però la tècnica més utilitzada és la de Blocking. En la que el animador assigna una posició en key frames determinats. El propi software calcula la posició del model en els altres frames generant l'animació.

HAIR AND FUR GROOMING:

El *hair and grooming* 3D És el procés de creació i pentinat dels pèls i cabells d'un model 3D.

Els softwares especialitzats, recreen la forma dels pèls a partir de petita geometria en forma de pla, anomenada NURB, les quals tenen molta mal·leabilitat, semblant a la d'un pel real. El groomer, ha de pentinar els plans sobre la superfície del model, per tal de crear la forma del cabell o pèl. Per pentinar-los, els softwares que permeten generar cabells, tenen "pinzell", que són modificadors que afecten les NURBS.

Img 2-14: Groom and fur d'una guineu

Un cop pentinats els pèls o cabells del model, aquets es moden animar, tant de manera manual, com amb dinàmiques. Les dinàmiques són càlculs que realitzen els softwares especialitzats, per tal de crear físiques que afecten als cabells. Les dinàmiques de pèls es poden donar, per l'animació del model o per agents externs com el vent, que afecten al pelatge del model.

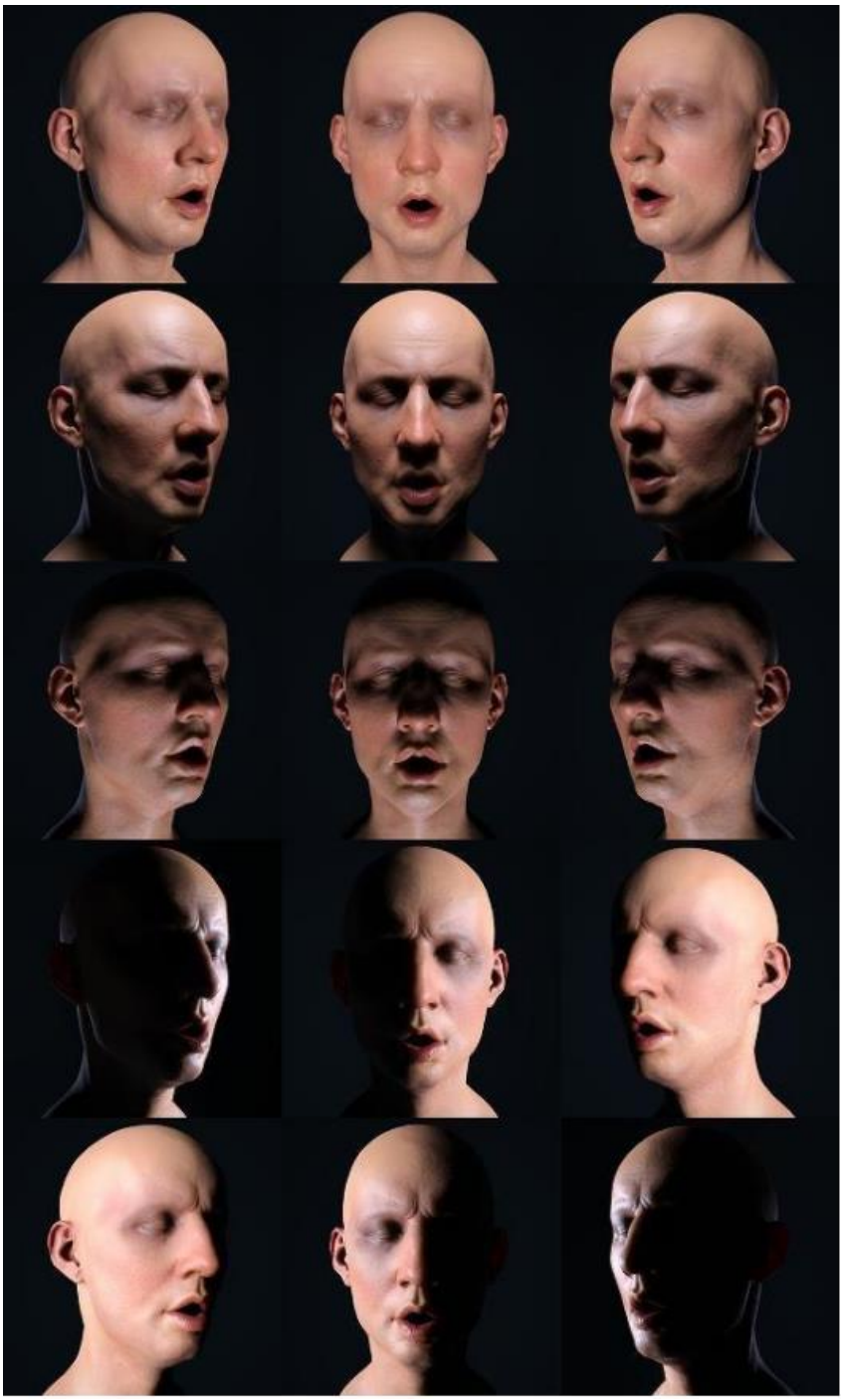
IL·LUMINACIÓ:

La il·luminació és el procés de col·locar mitjançant un software 3D com el *Maya d'Autodesk*, llums digitals, que permeten recrear l'ambientació que volem crear.

La il·luminació és una de les principals tècniques de producció 3D per tal de que el model i l'animació generada, quedin de manera realista, com si ho observéssim en la realitat. Cal saber adequadament el comportament de la llum sobre el model creat, ja que la il·luminació generada per el software, és una simulació dels rajos de llum que reboten sobre el model 3D creat, de manera que es comporta d'una manera similar al rebot de la llum real.

El rebot de la llum creada per el software, xoca contra el model i el resultat d'aquests rebots es captat per la càmera 3D generada per el programa. Per tant, el comportament de la llum dependrà de l'entorn del personatge i modificarà molt el resultat que vulguem aconseguir en cada situació.

Per altre banda, la llum també ajuda a expressar el significat d'una acció o un moviment, fins i tot alguna característica del model, així que depenent del personatge i de l'animació, la llum la podrem modificar, per tal de augmentar les seves característiques.



Img 2-15: Lightingreferences. Drawingtutorials. Tony Reinols

Com podem observar en la imatge anterior, la il·luminació pot afectar molt al model de la cara. En aquest cas, es manté en totes les imatges, les mateixes característiques de la llum i només canvia la posició de la font de llum. S'observa com el canvi de l'expressió de la cara, sent sempre el mateix, es perceb totalment diferent en cada una de la imatges.

El procés de renderitzat és un procés clau per poder convertir tot el material que s'ha generat per ordinador a imatges que es puguin utilitzar en el vídeo final. Aquest procés sempre ha estat conegut per ser un procés molt llarg i que necessita una gran quantitat de recursos per poder realitzar les tasques a una velocitat correcta per a producció.

Aquest procés consisteix en el càlcul que realitza l'ordinador per convertir els arxius 3D a informació en 2D que conté el color de cada píxel. Dins d'aquest procés hi poden haver diferents maneres de realitzar els càlculs. Les maneres més ràpides i que requereixen un menor cost computacional són les quals obtenen representacions en 2D dels objectes però aquests no es visualitzen de manera fidel a la realitat.

Un cop ja s'utilitzen mètodes de càlcul que tenen en compte les propietats de la llum i del material que estan formats els objectes, el cost computacional comença a ser més elevat. Entre ells hi ha mètodes com el *scan line rendering* o el *ray* tracing que es basen a calcular el camí que segueix la llum dins de l'escena i simular els efectes reals que té la llum sobre els objectes, tots aquests efectes s'han de configurar manualment cosa que comporta que sigui un mètode molt més complex, però a l'hora també es té molt més control sobre tots els elements. Per altra banda hi ha el mètode de *pathtracing* que de manera natural incorpora els efectes que en els altres mètodes s'han de configurar manualment, això resulta en un mètode molt més senzill, però sense tanta possibilitat per ser configurat, que pot arribar a ser un problema per obtenir certes imatges de qualitat molt alta en poc temps.

En els últims anys s'han desenvolupat molts avanços gràcies a la indústria dels videojocs, ja que s'ha començat a utilitzar les targetes gràfiques dels ordinadors com es feia en els videojocs però per renderitzar. Anteriorment el procés de renderitzat sempre es duia a terme amb el processador de l'ordinador, però ara en utilitzar les targetes gràfiques amb programes com *Redshift* o *Octane* es poden aconseguir millores de fins a 10 o 50 cops més ràpid que utilitzant el processador, sempre en funció de la imatge.

Tot i aquestes millores que especialment se'n poden beneficiar els usuaris professionals, els grans estudis també han desenvolupat nous mètodes per renderitzar que els proporcioni més potència.

El mètode escollit per la majoria d'estudis és el de crear una granja de render pròpia i acumular una gran quantitat d'ordinadors només per renderitzar els seus projectes i tenir-los disponibles en qualsevol moment.

2.1 ESTUDI DE MERCAT

Per tal de tenir una representació més clara de les feines professionals en aquests sector, he estudiat les diferents empreses que realitzen aquests tipus de projectes en l'àmbit internacional i nacionals com també els perfils professionals que busquen i quines són les seves tasques.

2.1.1 PRINCIPALS EMPRESES INTERNACIONALS:

Les empreses principals del sector es troben la gran majoria al Canadà, als Estats Units i al Regne Unit. Les més importants són:

DOUBLE NEGATIVE (DNEG):

Es una de les principals empreses de VFX a nivell mundial. Va ser fundada l'any 1988 a Londres i actualment té les seus més importants als Estats Units, Regne Unit, Canadà i la Índia. Té més de 3000 treballadors dividits entre les seves seus, i realitzen una gran varietat de projectes de VFX.

Les pel·lícules més important en les que han participat són *Inception, Interestellar, Ex Machina i Blade Runner 2049 i First Man,* per les quals va guanyar el premi *Best Visual Effects*, dels *Academy Award.*

INDUSTRIAL LIGHT & MAGIC (ILM):

Va ser fundat per George Lucas el 1975, quan es va començar la producció de la primera pel·lícula de *StarWars*, la seu principal es troba a San Francisco, però te altres seus a Vancouver, Londres i Singapur.

Amb uns 1000 empleats es pot considerar l'empresa que ha creat més avanços en el món dels efectes visuals i l'empresa de referència en l'àmbit de les grans produccions que es realitzen.

MOVING PICTURE COMPANY (MPC):

Aquesta empresa es podria considerar la més gran actualment pel que fa a la quantitat d'empleats. Va ser fundada l'any 1974 a Londres, tot i que fins al 1995 no va començar a participar en pel·lícules importants, però avui en dia té una gran quantitat de seus a Londres, Vancouver, Los Angeles, New York, Montreal, Amsterdam, París i Bangalore. Les diferents divisions de l'empresa s'encarreguen de crear efectes visuals per pel·lícules, publicitat, televisió i videoclips. 17 Es pot destacar la seva participació en les pel·lícules *de Life of Pi i The Jungle Book*, per les que va rebre *Academy Awards*, entre moltes altres nominacions.

THE MILL:

Aquest estudi tot i ser un dels més importants en l'àmbit mundial, a diferència dels altres només es dedica a la publicitat. Va ser fundat l'any 1990 a Londres i actualment té diferents seus a Londres, New York, Los Angeles i Chicago.

Les tasques que es realitzen a l'estudi engloben tota la producció dels anuncis, des de l'art conceptual, la supervisió de rodatges i tots els efectes visuals necessaris, sempre mantenint uns estàndards de qualitat molt elevats reflectits així en el seu prestigi.

2.1.2 PRINCIPALS EMPRESES NACIONALS:

En l'àmbit nacional les empreses acostumen a ser més petites i duen a terme produccions no tant complexes, tot i això s'hi poden trobar vàries empreses conegudes en l'àmbit internacional. Entre elles:

EL RANCHITO:

És una de les principals empreses espanyoles de VFX per cine, televisió i publicitat, fundada a Madrid l'any 2004.

En total l'empresa consta d'uns 150 treballadors, entre les produccions més famoses a les que ha participat s'inclouen títols de pel·lícules com *Agora, Lo Imposible i Un Monstruo Viene a Verme*, també ha participat en seqüències de la famosa sèrie de televisió *Game of Thrones*. La seva participació en aquestes produccions ha sigut reconeguda amb diversos premis Goya i *Visual EffectsSocietyAwards.*

LION ANIMATION STUDIOS:

Aquest estudi a diferència de tota la resta només se centra en pel·lícules d'animació, es va fundar l'any 2002 a Madrid, però la seva primera pel·lícula d'animació va ser *Planet 51* l'any 2009.

En aquesta pel·lícula hi van treballar fins a 350 persones i va ser el treball que va donar a conèixer l'estudi internacionalment.

Actualment es dedica a la producció de pel·lícules d'animació per tot el món consolidant-se com un estudi d'animació punter.

TRIZZ STUDIO:

Trizz és un estudi de producció de Barcelona, fundat l'any 2010 i especialitzat en projectes on es combinen els efectes visuals amb escenes reals.

La majoria de projectes que desenvolupen són per televisió o publicitat, però la seva principal característica consisteix en la innovació i la capacitat de portar els efectes visuals fins a l'extrem per tal de transmetre l'essència de cada producte.

2.1.3 PERFILS PROFESSIONALS:

Un cop ens trobem en aquestes empreses punteres en el món dels efectes visuals, el perfil de generalista que consisteix en el fet que una persona realitza diverses tasques, desapareix i el que ens trobem són perfils molt específics per realitzar cada tasca concreta. Aquests perfils acostumen a ser iguals en totes les empreses tot i que en funció de la dimensió de l'empresa encara poden ser més específics i es poden ordenar per jerarquies en funció de l'experiència professional.

CONCEPT ARTIST:

S'encarreguen de crear els dissenys inicials a partir de les idees proporcionades pel client o supervisors interns. És un perfil artístic que es basa a crear imatges estàtiques per després ser creades en producció.

3D MODELLER:

Es basa en la creació de models 3D digitals per després ser utilitzats en producció, aquests elements poden ser des de models orgànics com persones fins a estructures i entorns, aquests elements després seran utilitzats per altres departaments per ser pintats o animats.

TEXTURE ARTIST:

S'ocupen de la creació de textures fotorealistes dels objectes que prèviament s'han creat en 3D, s'utilitzen imatges de referència, fotografies realitzades especialment per aquest procés o també es poden crear des de zero per tal de complir amb les característiques dels objectes.

RIGGER:

Es tracta d'un perfil molt tècnic, ja que són els encarregats de crear els esquelets i programar tots els moviments dels objectes creats en 3D, siguin vehicles, personatges o qualsevol tipus d'objecte que necessiti ser animat.

ANIMATOR:

Els animadors són els encarregats de crear els moviments i les animacions de manera realista de tots els personatges i elements que intervenen en les produccions, s'utilitzen referències d'actors realitzant els moviments reals per després ser reproduïts o en el cas de no ser possible es creen intentant ser el més fidel possible a la realitat.

GROOM ARTIST:

La seva funció és implementar simulacions de cabells, pèl, plomes o músculs a partir de l'animació en els personatges creats per tal d'augmentar el realisme d'aquests personatges.

LIGHTNING ARTIST:

Són els encarregats de crear la il·luminació i renderitzar tots els elements que s'han generat en tot el procés de la postproducció, aplicant les textures creades als elements i aconseguint una il·luminació adequada per a la imatge, ja sigui per ser integrada en un entorn real o un entorn completament digital.

COMPOSITOR:

La composició representa el pas final en els efectes visuals i es tracta d'integrar tots els diferents elements que s'han creat durant el procés de postproducció per tal d'obtenir una imatge coherent i creïble amb tots els elements reals i digitals. Per altra banda també s'acostumen a realitzar les tasques d'extreure els cromes verds o blaus dels rodatges per tal d'integrar tots els elements.

3. GESTIÓ DEL PROJECTE

3.1 PROCEDIMENT I EINES PER AL SEGUIMENT DEL PROJECTE

Per poder organitzar tot el projecte des del principi, tenir controlat la gran quantitat de contingut que s'ha generar i l'estat del procés de creació en el que es troba, s'ha optat per la utilització del software Project de Microsoft Office, que et permet generar un diagrama de Gantt, per tal de poder veure si s'està complint amb el *planning*.

En un diagrama de *Gannt* es mostra la data d'inici i final en un línia de temps, de cada una de les tasques del projecte. Per tant, ens permet realitzar un seguiment cronològic del projecte i planificar el temps que ens comportarà cada tasca. D'aquesta manera evitem superposició de tasques per tal d'arribar al temps previst i ajustar-se al *planning* realitzat.

El diagrama de Gantt et permet controlar els temps d'entrega, però a la vegada es necessària també una metodologia de seguiment de projecte, com el *Kanban*, que et permeti comprovar quines tasques del procés de creació del projecte es van realitzant. Per tal de utilitzar la metodologia àgil *Kanban*, l'eina de gestió de projectes que utilitzaré serà el *Trello*, que permet una connexió entre el director i l'alumne a temps real.

3.1.1 GANTT

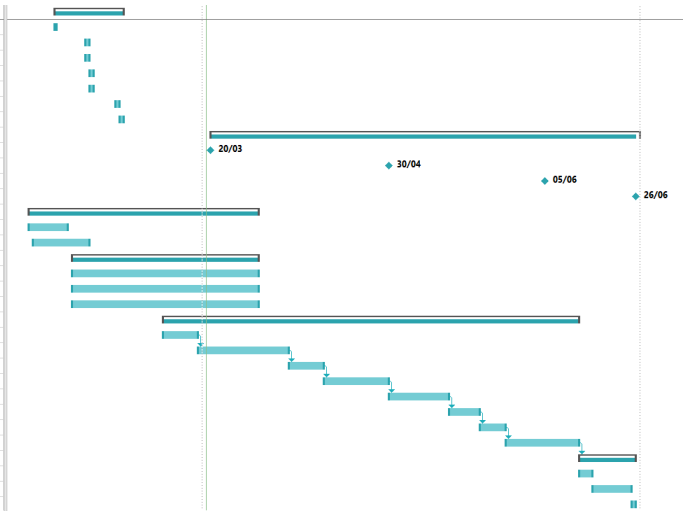
L'organització del projecte en el document està dividida en preproducció, producció i postproducció.

La fase de preproducció comporta la idea, la cerca de referències i els estudis realitzats per tal de realitzar el Modelatge del personatge. Com que la cerca d'informació és un procés molt important per tal de poder realitzar un estudi adequat de la anatomia del lleó, no s'ha especificat el temps de duració d'aquesta tasca, ja que es va començar a realitzar durant l'estiu del 2019 i es va acabar abans del començament del segon quadrimestre.

La fase de producció especifica la duració de cada una de les parts que suposen el procés de creació del personatge, en formen part, *Modelatge lowpoly*, *Modelatge Highpoly*, *retopologia*, *texturització*, *rigging*, *skinning*, *animació* i *grooming*. Tots aquests processos tenen una duració estimada realista.

Finalment la fase de postproducció suposa el procés a realitzar un cop està generat tot el procés de creació de l'animal en 3D. Aquesta fase finalitza en la generació del vídeo en que es visualitzarà el treball acabat. Aquesta fase està formada per la Il·luminació de l'escena on es renderitzarà el personatge, el renderitzat de l'escena i la edició del vídeo final a entregar.

Sessions TFG	**14 horas**	**jue 13/02/20**	**vie 28/02/20**
Presentació i normativa	2 horas	jue 13/02/20	jue 13/02/20
Mermòria	2 horas	jue 20/02/20	jue 20/02/20
Estat de l'art	2 horas	jue 20/02/20	jue 20/02/20
Planificació i Gestió de projecte	2 horas	vie 21/02/20	vie 21/02/20
Consultes estat de l'art	2 horas	vie 21/02/20	vie 21/02/20
Creació de videos	2 horas	jue 27/02/20	jue 27/02/20
Pressupost	2 horas	vie 28/02/20	vie 28/02/20
Rúbriques	**55 horas**	**vie 20/03/20**	**vie 26/06/20**
Rúbrica1	15 horas	vie 20/03/20	vie 20/03/20
Rúbrica2	20 horas	jue 30/04/20	jue 30/04/20
Rúbrica3	20 horas	vie 05/06/20	vie 05/06/20
Entrega memòria	0 horas	vie 26/06/20	vie 26/06/20
Preproducció	**55 horas**	**vie 07/02/20**	**lun 30/03/20**
Idea	10 horas	vie 07/02/20	sáb 15/02/20
Refrències	5 horas	sáb 08/02/20	jue 20/02/20
Estudi anatomia	**40 horas**	**lun 17/02/20**	**lun 30/03/20**
Músculs	15 horas	lun 17/02/20	lun 30/03/20
Pèl	10 horas	lun 17/02/20	lun 30/03/20
Moviment	15 horas	lun 17/02/20	lun 30/03/20
Producció	**200 horas**	**lun 09/03/20**	**vie 12/06/20**
Modelatge low poly	10 horas	lun 09/03/20	lun 16/03/20
Modelatge high poly	30 horas	mar 17/03/20	lun 06/04/20
Retopology	10 horas	mar 07/04/20	mar 14/04/20
Texturització	30 horas	mié 15/04/20	mié 29/04/20
Rigging	30 horas	jue 30/04/20	mié 13/05/20
Skining	20 horas	jue 14/05/20	mié 20/05/20
Animació	30 horas	jue 21/05/20	mar 26/05/20
Grooming	40 horas	mié 27/05/20	vie 12/06/20
Postproducció	**65 horas**	**sáb 13/06/20**	**jue 25/06/20**
Il-luminació	10 horas	sáb 13/06/20	lun 15/06/20
Render	50 horas	mar 16/06/20	mié 24/06/20
Edició video	5 horas	jue 25/06/20	jue 25/06/20

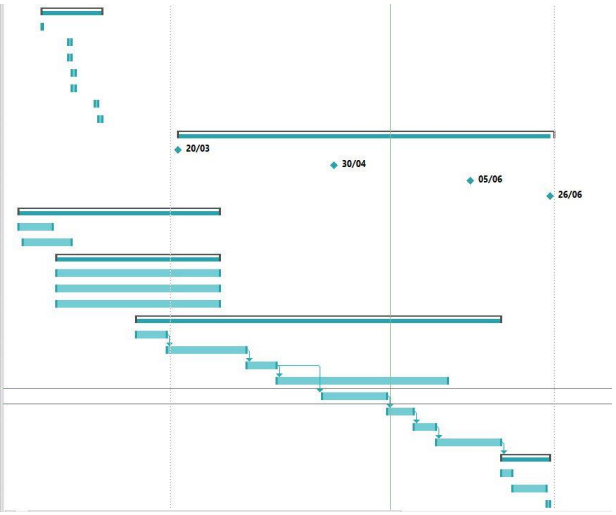


Img 3-1: Diagrama de Gantt. Rúbrica 1

També s'ha tingut en compte les sessions del TFG dirigides per el professorat del CITM, amb les pautes i directives del projecte, i les entregues de les rúbriques, per tal de tenir un seguiment de cada una de les entregues que s'han de realitzar del projecte.

Diagrama de Gantt revisat en la segona Rúbrica.

Sessions TFG	14 horas	jue 13/02/20	vie 28/02/20
Presentació i normativa	2 horas	jue 13/02/20	jue 13/02/20
Mermòria	2 horas	jue 20/02/20	jue 20/02/20
Estat de l'art	2 horas	jue 20/02/20	jue 20/02/20
Planificació i Gestió de projecte	2 horas	vie 21/02/20	vie 21/02/20
Consultes estat de l'art	2 horas	vie 21/02/20	vie 21/02/20
Creació de videos	2 horas	jue 27/02/20	jue 27/02/20
Pressupost	2 horas	vie 28/02/20	vie 28/02/20
Rúbriques	55 horas	vie 20/03/20	vie 26/06/20
Rúbrica1	15 horas	vie 20/03/20	vie 20/03/20
Rúbrica2	20 horas	jue 30/04/20	jue 30/04/20
Rúbrica3	20 horas	vie 05/06/20	vie 05/06/20
Entrega memòria	0 horas	vie 26/06/20	vie 26/06/20
Preproducció	55 horas	vie 07/02/20	lun 30/03/20
Idea	10 horas	vie 07/02/20	sáb 15/02/20
Refrències	5 horas	sáb 08/02/20	jue 20/02/20
Estudi anatomia	40 horas	lun 17/02/20	lun 30/03/20
Músucls	15 horas	lun 17/02/20	lun 30/03/20
Pél	10 horas	lun 17/02/20	lun 30/03/20
Moviment	15 horas	lun 17/02/20	lun 30/03/20
Producció	200 horas	lun 09/03/20	vie 12/06/20
Modelatge low poly	10 horas	lun 09/03/20	lun 16/03/20
Modelatge high poly	30 horas	mar 17/03/20	lun 06/04/20
Retopology	10 horas	mar 07/04/20	mar 14/04/20
Texturització	30 horas	mié 15/04/20	sáb 30/05/20
Rigging	30 horas	lun 27/04/20	mié 13/05/20
Skining	20 horas	jue 14/05/20	mié 20/05/20
Animació	30 horas	jue 21/05/20	mar 26/05/20
Grooming	40 horas	mié 27/05/20	vie 12/06/20
Postproducció	65 horas	sáb 13/06/20	jue 25/06/20
Il·luminació	10 horas	sáb 13/06/20	lun 15/06/20
Render	50 horas	mar 16/06/20	mié 24/06/20
Edició vídeo	5 horas	jue 25/06/20	jue 25/06/20



Img 3-2: Diagrama de Gantt. Rúbrica 2

S'ha augmentat el temps de duració del procés de texturització, sense variar el les 30h plantejades per aquest procediment. Degut a que no s'han pogut dedicar aquestes hores durant el període previst, es realitzarà el procediment amb el mateix temps de dedicació al mateix període del procés de *rigging* i animació.

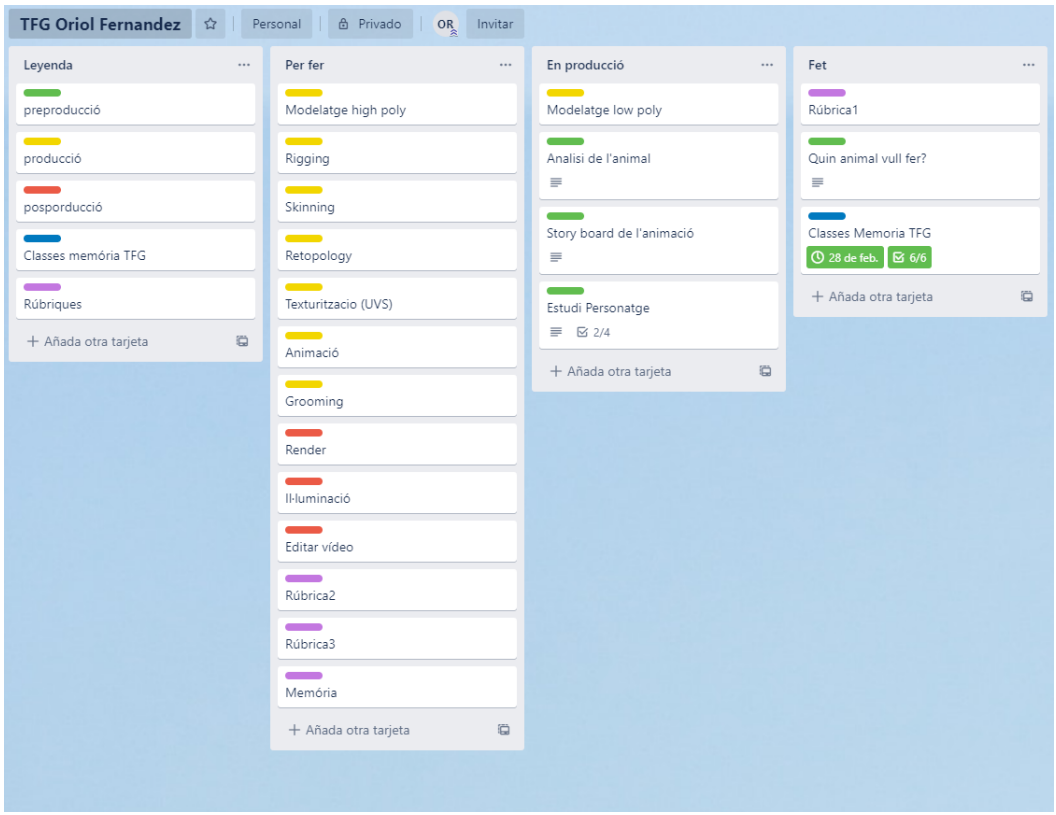
Com es tracta d'un procés que no comporta un aplaçament dels altres processos, es realitzarà durant el mateix temps per tal d'assolir el resultat adequat.

També s'ha canviat la data de l'entrega de la segona república a dia 15 de Maig de 2020, tal com s'ha estipulat per les dates d'entrega d'aquesta feina per la direcció del centre CITM.

3.1.2 TRELLO

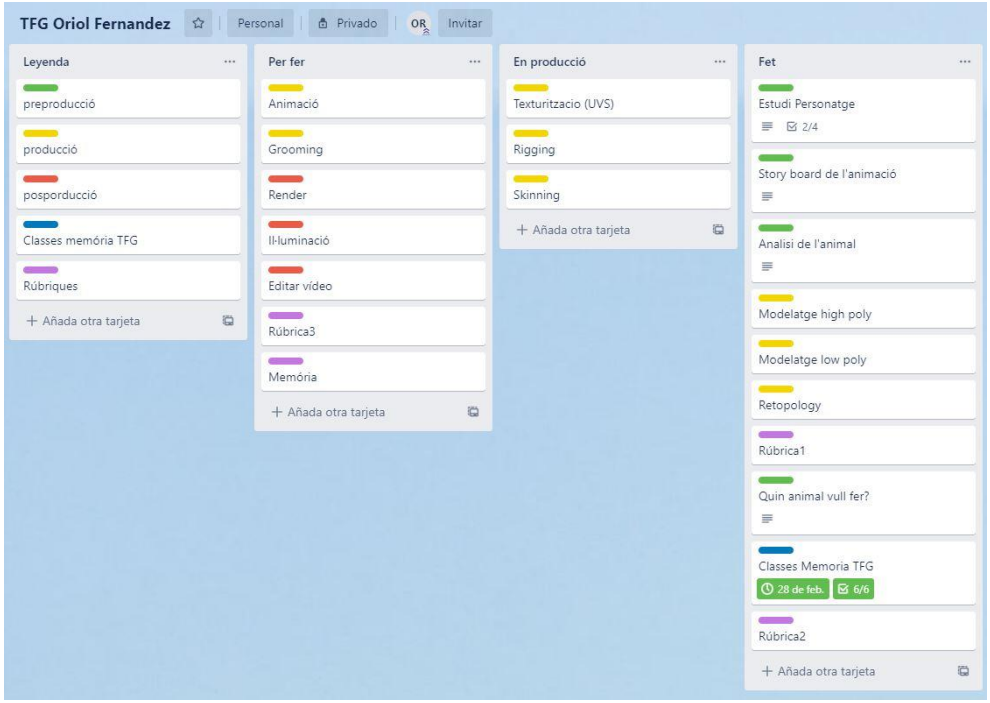
L'eina que s'utilitzarà per a la gestió i el seguiment de les tasques del projecte serà l'aplicació de *Trello*. Es tracta d'una app disponible per a dispositius mòbils i a través del navegador d'internet, que permet ordenar i gestionar les tasques a realitzar en diferents llistes. Segons el procés en el qual es troben, poder servir com a una referència visual per l'estat del projecte i de tot el que s'ha de realitzar.

En el cas d'aquest projecte es divideixen les tasques segons si estan pendents, si s'estan realitzant, pendents de verificar o acabades. On s'ha creat un camp per a cada tasca principal i dins inclouen una llista de les parts detallades.



Img 3-3: Tauler del Trello per la planificació del projecte. Rúbrica 1

El seguiment de tasques en l'entrega de la Rúbrica 2 està actualitzada. Aquestes tasques es van assolint dins del temps proposat en el diagrama de Gantt de la segona Rúbrica. No s'han afegit noves tasques per el projecte final.



Img 3-4: Tauler del Trello per la planificació del projecte Rúbrica 2

3.2 EINES DE VALIDACIÓ

Com un dels objectius del treball és que el resultat sigui d'una qualitat elevada, el procés per validar que tot el contingut generat compleixi amb el estàndards fixats, serà necessari consultar al professorat i/o a professionals del sector, per tal de tenir opinions de persones que estan acostumades a tractar amb projectes d'aquest nivell.

Revisar tots els elements creats periòdicament a mesura que es van implementant els canvis servirà per poder identificar possibles punts febles que puguin desencadenar en un error en una altre fase o per corregir errors que afectin certs elements.

Un cop estiguin tots els elements revisats, sempre serà més fàcil i eficaç a l'hora de corregir qualsevol error que provingui d'altres camps sabent amb seguretat que les peces creades no seran les causants dels errors.

3.3. DAFO

Per tal de que el projecte tingui una definició clara de les seves debilitats i fortaleses, abans de començar a realitzar-se, s'ha realitzat un estudi de situació DAFO, que permet veure si es viable realitzar el projecte i comparar les debilitats i les fortaleses del treball. Per tal de comprovar si val la pena realitzar-lo.

	Positius	**Negatius**
Origen Intern	**Fortaleses** - Coneixement previ de les tècniques i softwares a utilitzar en el projecte. - Coneixements previs de les tècniques de gestió de projecte emprades.	**Debilitats** - Projecte de gran duració - Resultat variant, depenent del nivell que s'assoleixi. - Poc coneixements previs de les tècniques de Grooming.
Origen Extern	**Oportunitats** - Aprenentatge del softwares utilitzats a nivell professional del sector. - Realització del mateix procés que s'utilitza en el àmbit professional. - Obtenir un projecte amb resultat d'alta qualitat.	**Amenaces** - Falta de temps per aconseguir els resultats desitjats. - Temps de renderització elevat.

Taula 3-1: Anàlisi DAFO

3.4. RISCOS I PLA DE CONTINGÈNCIES

En la creació d'aquest projecte com que s'han de tractar molts temes diferents, per tant hi poden haver molts factors diferents que puguin afectar el desenvolupament previst. Per tenir en compte els possibles entrebancs i tenir solució davant dels problemes s'han avaluat els riscos i s'ha creat un pla de contingències on podem classificar els possibles problemes amb les solucions corresponents.

Risc	Solució
Fallo del hardware	Tinc un ordinador més disponible que es podria utilitzar per treballar fins que es pugui solucionar el problema.
Fallo del software	Utilitzar l'altre ordinador mentre es soluciona el problema
Temps de simulació molt elevat	Valorar si es pot solucionar utilitzant l'altre ordinador alhora, o si no reduir la quantitat d'informació a calcular.
Temps de render molt elevat	Reduir la qualitat final del render per poder complir amb l'entrega, demanar a companys per poder renderitzar o fer servir una granja de render.

Taula 3-2: Anàlisi Riscos i contingències

3.5. ANÀLISI INICIAL DE COSTOS

Per calcular dels costos del projecte s'ha creat un pressupost tenint en compte tots els costos de material, equips, software i hores de treball per realitzar el projecte complet.

Aquest pressupost s'ha creat tenint en compte les hores de treball per a cada part del projecte i s'ha assignat una tarifa a cada procés, ja que es considera 39 que els preus de les diferents tasques no són els mateixos a causa de la complexitat de cada feina. Mentre que els preus s'han extret de les tarifes que actualment estan establertes quant a producció aquí a Barcelona.

A l'hora de calcular els costos de les amortitzacions de material i software, s'ha tingut en compte el preu de compra de cada producte, s'ha calculat que tant els softwares com els equips de treball s'amortitzen durant un període de tres anys. Així hem pogut calcular el preu de l'amortització dels productes per cada dia de treball que s'utilitzen. També s'ha tingut en compte que alguns softwares no

estan disponibles per compra sinó que hi ha una tarifa de lloguer mensual i per això s'ha sumat el preu del lloguer en funció dels mesos d'ús.

Per la resta d'elements, encara que pel projecte s'hagin aconseguit de manera gratuïta, s'ha tingut en compte el preu que tindria realment el seu lloguer si s'hagués llogat durant el període que s'ha fet ús en el projecte.

	PREU PRODUCTE	PREU PER DIA	DIES	PREVISIÓ HORES	PREU TOTAL
MATERIAL					
Pantalles Asus	600,00 €	0,83 €/dia	139 dies		115,37 €
Tableta gràfica	200,00 €	0,28 €/dia	139 dies		38,92 €
Ordinador	2.000,00 €	1,23 €/dia	139 dies		170,93 €
TOTAL MATERIAL					325,22 €
SOFTWARE					
Adobe CC	19,66 €/mes	0,66 €/dia	15 dies		9,90 €
zBrush	53,79 €/mes	1,80 €/dia	37 dies		66,60 €
Maya	242,00 €/mes	8,07 €/dia	44 dies		355,08 €
Arnold Renderer	70,00 €/mes	2,33 €/dia	12 dies		27,96 €
TOTAL SOFTWARE					459,54 €
PREPRODUCCIÓ					
Concept	10 €/h			15 h	150,00 €
Estudi anatomia	10 €/h			40 h	400,00 €
TOTAL PREPRODUCCIÓ				55 h	550,00 €
PRODUCCIÓ					
Modelatge	20 €/h			40 h	800,00 €
Retopology	20 €/h			10 h	200,00 €
Texturització	20 €/h			30 h	600,00 €
Rigging	20 €/h			30 h	600,00 €
Skinning	20 €/h			20 h	400,00 €
Animació	20 €/h			30 h	600,00 €
Grooming	30 €/h			40 h	1.200,00 €
TOTAL PRODUCCIÓ				200 h	4.400,00 €
POSTPRODUCCIÓ					
Il·luminació	20 €/h			10 h	200,00 €
Render	15 €/h			50 h	750,00 €
Edició vídeo	10 €/h			5 h	50,00 €
TOTAL PROSTPRODUCCIÓ				65 h	1.000,00 €
TOTAL				320 h	6.734,76 €
IVA				21%	1.141,30 €
TOTAL FACTURA					8.149,06 €

Img 3-2: Gràfica de pressupostos. Rúbrica 1

	PREU PRODUCTE	PREU PER DIA	DIES	PREVISIÓ HORES	PREU TOTAL
MATERIAL					
Pantalles Asus	600,00 €		139 dies		45,70 €
Tableta gràfica	200,00 €		139 dies		15,23 €
Ordinador	2.000,00 €		139 dies		152,33 €
TOTAL MATERIAL					213,26 €
SOFTWARE					
Adobe CC	19,66 €/mes	0,66 €/dia	15 dies		9,90 €
zBrush	53,79 €/mes	1,80 €/dia	37 dies		66,60 €
Maya	242,00 €/mes	8,07 €/dia	44 dies		355,08 €
Arnold Renderer	70,00 €/mes	2,33 €/dia	12 dies		27,96 €
TOTAL SOFTWARE					459,54 €
COST DEL TREBALLADOR					
PREPRODUCCIÓ					
Concept	10 €/h			15 h	150,00 €
Estudi anatomia	10 €/h			40 h	400,00 €
History board	10 €/h			2 h	20,00 €
TOTAL PREPRODUCCIÓ				57 h	570,00 €
PRODUCCIÓ					
Modelatge	20 €/h			40 h	800,00 €
Retopology	20 €/h			10 h	200,00 €
Texturització	20 €/h			30 h	600,00 €
Rigging	20 €/h			30 h	600,00 €
Skinning	20 €/h			20 h	400,00 €
Animació	20 €/h			30 h	600,00 €
Grooming	30 €/h			40 h	1.200,00 €
TOTAL PRODUCCIÓ				200 h	4.400,00 €
POSTPRODUCCIÓ					
Il·luminació	20 €/h			10 h	200,00 €
Render	15 €/h			50 h	750,00 €
Edició vídeo	10 €/h			5 h	50,00 €
TOTAL PROSTPRODUCCIÓ				65 h	1.000,00 €
TOTAL				322 h	6.642,80 €
IVA				21%	1.695,30 €
TOTAL FACTURA					8.338,10 €

Img 3-3: Gràfica de pressupostos. Rúbrica 2

El pressupost del projecte ha estat canviat durant la rúbrica 2, respecte de la rúbrica 1. S'ha modificat la forma de càlculs del material ha utilitzar, actualment es calcula el cost respecte una amortització del material de 5 anys, per tant es calcula el cost que té utilitzar els materials durant 139 dies, respecte una amortització del cost total de 5 anys.

També s'ha afegit el cost del *storyboard* del projecte tenint en compte un cost de 10 €/h.

Finalment, encara que en el diagrama de Gantt, s'ha augmentat la duració del procés de texturització, com no s'han augmentat les hores a dedicar en aquest apartat, i com el programa utilitzat per aquest procés és el Maya i ja estava afegit que s'utilitzaria durant els dies de *rigging*, aquest canvi no afecta al pressupost.

	PREU PRODUCTE	PREU PER DIA	DIES	PREVISIÓ HORES	PREU TOTAL
MATERIAL					
Pantalles Asus	600,00 €		139 dies		45,70 €
Tableta gràfica	200,00 €		139 dies		15,23 €
Ordinador	2.000,00 €		139 dies		152,33 €
TOTAL MATERIAL					213,26 €
SOFTWARE					
Adobe CC	19,66 €/mes	0,66 €/dia	15 dies		9,90 €
zBrush	53,79 €/mes	1,80 €/dia	37 dies		66,60 €
Maya	242,00 €/mes	8,07 €/dia	44 dies		355,08 €
Arnold Renderer	70,00 €/mes	2,33 €/dia	12 dies		27,96 €
Substance Painter	19,90 €/mes	0,66 €/dia	30 dies		19,90 €
TOTAL SOFTWARE					479,54 €
COST DEL TREBALLADOR					
PREPRODUCCIÓ					
Concept	10 €/h			15 h	150,00 €
Estudi anatomia	10 €/h			40 h	400,00 €
story board	10 €/h			2 h	20,00 €
TOTAL PREPRODUCCIÓ				57 h	570,00 €
PRODUCCIÓ					
Modelatge	20 €/h			40 h	800,00 €
Retopology	20 €/h			10 h	200,00 €
Texturització	20 €/h			30 h	600,00 €
Rigging	20 €/h			30 h	600,00 €
Skinning	20 €/h			20 h	400,00 €
Animació	20 €/h			20 h	400,00 €
Grooming	30 €/h			40 h	1.200,00 €
TOTAL PRODUCCIÓ				180 h	4.200,00 €
POSTPRODUCCIÓ					
Il·luminació	20 €/h			10 h	200,00 €
Render	15 €/h			50 h	750,00 €
Edició vídeo	10 €/h			5 h	50,00 €
TOTAL PROSTPRODUCCIÓ				65 h	1.000,00 €
TOTAL				302 h	6.462,80 €
IVA				21%	1.695,30 €
TOTAL FACTURA					8.158,10 €

Img 3-4: Tercera revisió del pressupost

Degut a que finalment s'ha utilitzat el *Subtance Painter* per tal de realitzar la texturització del model i que, una de les animació plantejades no han estat realitzades, s'ha baixat el temps de duració de l'animació i per tant a baixat el cost del pressupost del projecte respecte a l'ultima revisió.

4. METODOLOGIA

Com s'ha esmentat anteriorment el projecte s'ha dividit en les fases de preproducció, producció i postproducció.

PREPRODUCCIÓ:

La fase de preproducció és una fase que ha tingut una duració extensa, fins a abastar part de la fase de producció. Comença amb la idea inicial i a partir d'aquest punt es comença a realitzar la fase de recerca de informació. Un cop s'ha obtingut la informació necessària i fiable, s'ha començat a estudiar-la per assolir-la. També s'ha definit com seria el projecte en general i els passos a seguir per acabar obtenint el resultat desitjat.

PRODUCCIÓ:

La fase de producció es la segona etapa. En aquesta fase es realitzen tots el passos per tal de construir el Lleó en 3D i l'animació del animal. Aquesta etapa és la més duradora i és on es realitzen tots els elements tècnics del projecte.

En aqueta etapa realitzaré el modelatge del animal en 3D, utilitzant els recursos obtinguts en l'anterior etapa i aplicant els coneixements de l'anatomia del Lleó, assolits en el procés d'estudi.

Aquet procés es dividirà en dos, el modelatge *lowpoly*, en el que es crearà un model del personatge bàsic, en el que es defineixi l'estructura i la forma del animal, i el modelatge *highpoly*, en el que es definiran tots els detalls de l'animal, aplicant els estudis de l'anatomia realitzats en l'etapa de preproducció.

Aquests dos processos es realitzaran mitjançant el software *ZBrush*. Es tracta d'una eina que permet realitzar un modelatge de *lowpoly* a partir d'una eina anomenada *ZSpheres*, que generant esferes es forma la base del que serà el model en *highpoly*. Aquest programa es tracta d'un dels més utilitzats a nivell professional en *highpoly*, ja que es permet mitjançant les tècniques de *sculpting*, definir i detallar totes les part del model que volem generar.

Existeixen altres softwares que també permeten el modelatge orgànic, com el *Mudboxd'Autodesk*, que també s'utilitza a nivell professional, però com no l'he utilitzada mai, el procés d'aprenentatge d'aquesta eina suposaria allargar massa el període de modelatge i per tant augmentaria el pressupost. També existeix com a eina de modelatge orgànic el *Blender*, que es tracta d'un programa gratuït molt potent, però degut a això no té suport tècnic per si hi ha algun problema amb el programa i per tant no s'utilitza per projecte professionals.

Un cop realitat el modelatge, es realitzarà la retopologia del model, en el que es definirà un nou model 3D que mantindrà tots els detalls del model *highpoly*, però amb una càrrega poligonal optimitzada per la posterior animació.

El procés de retopologia es realitzarà mitjançant el software Maya *d'Autodesk*, que és una eina molt potent per realitzar la retopologia de models i ja tinc coneixements previs de com s'utilitza.

Existeixen altres softwares que et permeten fer la retopologia de models com el *ZBrush*, però en aquest cas no es tant potent ni intuïtiu com la eina del Maya. També existeix el programa *Topogun*, que és el que s'utilitza més en àmbit professionals, però és una eina que no he utilitzat mai i com passa amb el *Mudbox*, el aprenentatge d'aquesta eina suposaria un encariment del pressupost del projecte. A demés, el Maya també ofereix un resultat a nivell professional.

Un cop tinguem el model final del personatge, es realitzarà el procés de texturització del personatge, on es dividirà per parts el model, generant els seus mapes de textures *UVs.*

Posteriorment a la obtenció del model mapejat, es començarà a *riggejar* el model 3D, generant els ossos i els seus controladors. Per tal de poder realitzar el *skinning* del personatge, s'aplicarà la afectació dels ossos sobre cada una de les zones específiques del personatge.

Finalitzada la etapa prèvia a la animació, es començarà a aplicar el moviment al model 3D, a partir dels controladors del ossos, assignant els moviments que volem que efectius els ossos segons el temps en que volem que els efectuïn. Seguint els estudis realitzats en el apartat de preproducció serà necessari assignar un moviment realista al Lleó.

L'últim pas de la fase de producció, serà la de *grooming*. En el que es simularà els moviments del diferents tipus de pèls de l'animal, prèviament estudiats i s'aplicarà aquesta simulació a la animació prèviament creada.

Tots els processos descrits anteriorment, des de el de obtenció de *UVs*, el *rigging*, l'animació i el *grooming and fur*, s'utilitzarà el software Maya d'Autodesk. Es tracta d'un software que domini i és un estàndard a nivell professional en tot el apartat de texturització, animació i *hairand fur*.

En el cas del procés de texturització s'utilitzarà el Software *SubstancePainter* que és molt potent i és el més utilitzat actualment, el *painting* per definir el color del model es por realitzar mitjançant el software *Zbrush* que també és una eina potent en aquets casos, però el Subtance Painter és un software especialitzat en texturització i és més àgil per treballar amb pintures.

En el cas del *grooming and fur*, es podria utilitzar l'eina de *houdini*, però es tracta d'una eina que no he utilitzat mai i te un aprenentatge complicat, per tant, per el mateix motiu que ens els anteriors caso, per tal de no augmentar el temps i el pressupost del projecte, no s'utilitzarà. En canvi, s'utilitzarà l'eina de *XGen* de Maya que es tracta d'una eina molt potent i estàndard en aquest procés.

Un cop realitzat tot el procés de creació del personatge 3D, per tal de generar el producte final que s'entregarà al final del treball, es necessari generat un vídeo amb l'animació del model creada.

El primer pas per tal de realitzar el vídeo amb l'animació del model 3D creat, és el procés de la il·luminació de l'escena. Es generarà una o diverses càmeres, amb una il·luminació adequada que permeti la clara visualització de tot el treball realitzat fins el moment, per tal de que es pugui apreciar.

Un cop tinguem tots els elements de l'escena 3D junts, el procedirà a realitzar el render, en format de vídeo. Es tracta d'un procés difícil de limitar en un temps precís, ja que depèn de la potència de l'ordinador i de la qualitat que vulguem que tingui. Per tant, es procedirà a començar aquesta etapa tot just acabada l'anterior per tal d'arribar a temps a l'entrega final del treball.

Generat el o els vídeos finals dels renders de les escenes, es procedirà a editar-los, per tal de crear el vídeo final a entregar com a projecte final de carrera.

5. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

5.1 PREPRODUCCIÓ

5.1.1 IDEA INICIAL

La idea inicial consistia a realitzar una animació d'algun animal, on es pogués apreciar el moviment dels seus pèls. Per tal d'aconseguir-ho, es va decidir realitzar tots els processos de creació d'un model en 3D, fins al render final, per tal d'utilitzar totes les tècniques apreses durant el grau en les assignatures específiques del tema.

Es van tenir en compte diferents animals per tal de escollir quin seria el apropiat pel projecte. Finalment es va escollir el lleó, es tracta d'un animal on és fàcil obtenir informació de la seva anatomia, gestos i animacions dels músculs. És un animal amb diferents tipus de pèls en el cos, amb diferents propietats, que em permetria realitzar una animació on es pogués apreciar el treball realitzat tant en el model com amb el *grooming and fur*

5.1.2 ANIMACIÓ

Per tal de decidir l'animació a aplicar al model 3D en el projecte, es va tenir en compte que el resultat que es volia aconseguir, havia de tractar-se d'una animació realista del model 3D. Per tant, era necessari que es pogués aconseguir informació en format de vídeo documental del animal realitzant exactament les mateixes accions.

També era important, que l'animació a aplicar del personatge, havia de poder-se veure tot el treball realitzat en els processos, tant de modelatge, com de *grooming and fur*. Però tot havia de realitzar-se tenint en compte que, com el procés d'animació 3D es tracta d'un moment bastant complex on es necessita de molt de temps per tal d'aconseguir un bon resultat, l'animació final, haurien de tractar-se de diferents moviments curts, on es veies un moviment típic del animal i es pogués apreciar tots els elements del model 3D.

Finalment, tenint en compte les condicions anteriors, es va decidir realitzar una animació dividida en tres part.

1- Inicialment, una animació on es pogués veure el procés de l'animal, de estar estirat, a posar-se a una posició a quatre grapes.
2- La segona animació es tractaria del moviment de caminar d'un lleó, on es poguessin veure tots els músculs del seu cos en moviment.
3- Finalment, una animació del animal corrent.

HISTORY BOARD

Animació 1:

POSICIÓ 1:

Temp inicial :1s

El Lleo comença l'animació estirat al terra amb una posició de dormit.

POSICIÓ 2:

Temp duració :1.5s

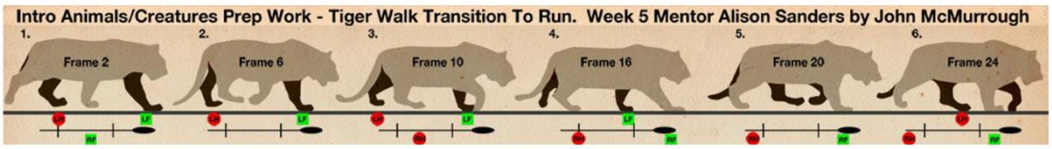
El Lleo passa d'estar al terra a fer un gest d'estirament

POSICIÓ 3:

Temp final:1s

El Lleo passa d'estar estirantse a una posició normal a cuatre grapes

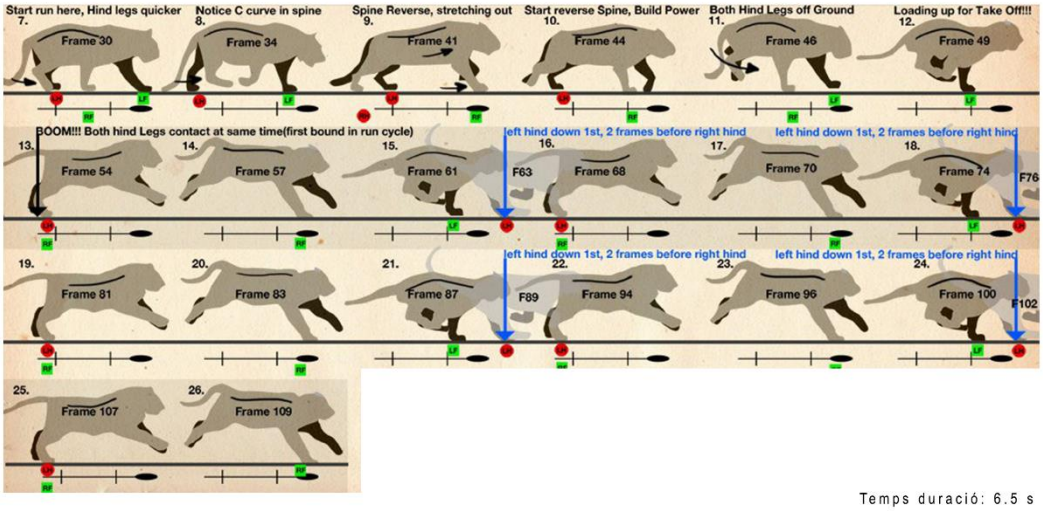
Animació 2:



Temps duració: 3 s

El lleó realitza es posa a realitzar 3 cicles de caminar

Animació 3:



Temps duració: 6.5 s

El lleo pasa d'esde un estat d'inici de còrrer, fins a mantenir aquest procés durant 2 cicles

Img5-1: storyboard

El *"story board"* es tracta d'una eina que permet visualitzar la duració i les diferents animacions que es duran a terme en aquest projecte. Finalment es realitzarà tres animació d'una duració de 3.5s, 3s i 6,5s respectivament. De

manera que la duració total de l'animació serà de 13s, que es el temps que durarà el vídeo final del projecte.

5.1.3 BÚSQUEDA D' INFORMACIÓ

Un cop decidit el animal i l'animació a realitzar en el projecte, era important obtenir una gran quantitat de informació sobre el animal, per tal de aconseguir el resultat desitjat.

Degut a que es tracta d'un animal del qual es pot trobar una gran quantitat d'informació que es contraposa, era necessari, comparar-la entre ella, amb font que fossin veraces. Aquestes fonts, es basen principalment en el llibre *"Goldfinger, E, (2004). Animal Anatomy for artists. The Elements of Form, Oxford University Press."* Es tracta d'un llibre on especifica els músculs, ossos i les formes de les siluetes de diversos animals, entre ells el lleó *(Panthera leo)*. A partir d'aquest llibre i de les diverses il·lustracions, s'han anat obtenint altres documents d'artistes que comprovant que la informació que aportaven fos la mateixa, em permetria veure els elements des de altres punts de vista i amb més definició que en els del llibre.

En el cas de la cerca de documentació per a l'animació del personatge, es va basar en tres parts, segons les tres animacions definides amb antelació en el "historyboard".

La documentació de referència per tal de realitzar la primera animació, on el model 3D, passa d'una posició d'estar estirat, a quatre grapes es tracta d'un vídeo de la plataforma de Youtube "*Soragna, Laurent. [LaurentSoragn]. (2011, Maig 3).Male lion stretching in Hlosi, Addoarea [Arxiu de vídeo]. Recuperat de http://www.youtube.com/watch?v=LP1WseTMD84*".

En el cas de la segona animació, com es tracta d'un cicle de caminar del animal, hi ha molta informació del procés en format de vídeo documental, m'he basat principalment en el vídeo de la plataforma de Youtube "*Rivalle, Philippe [philipperivalli]. (2019, Juny 6). Male lionwalking [Arxiu de vídeo]. Recuperat de https://www.youtube.com/watch?v=U_WjYt6IGc4".*

El procés de cercad'informació de la tercera animació és la mateixa que la de la segona. Es tracta d'un cicle de l'animal corrent, en el que també en aquest cas, existeix molta informació en format vídeo documental. El vídeo en el que més m'he referenciat és un vídeo del canal de la plataforma de Youtube de la BBC, *"BBC. (2014, Abril 4). She's gona wat me! Hungrylion casses warthog | Natural World BBC. [Arxiu de vídeo]. Recuperat de*

https://www.youtube.com/watch?v=TYe-Au6HXD4".

Es tracta d'un vídeo on es veu una lleona caçant les seves preses, que en el cas de només tenir en compte el cicle de animació dels músculs al córrer, és exactament el mateix que el d'un lleó mascle.

5.2 PRODUCCIÓ

El procés de producció per tal de realitzar aquest projecte ha estat dividit en les diferent fases de procés, des de la definició de la estructura del model, en *lowpoly*, fins a la creació i animació dels pèls del lleó.

5.2.1 MODELATGE LOW POLY

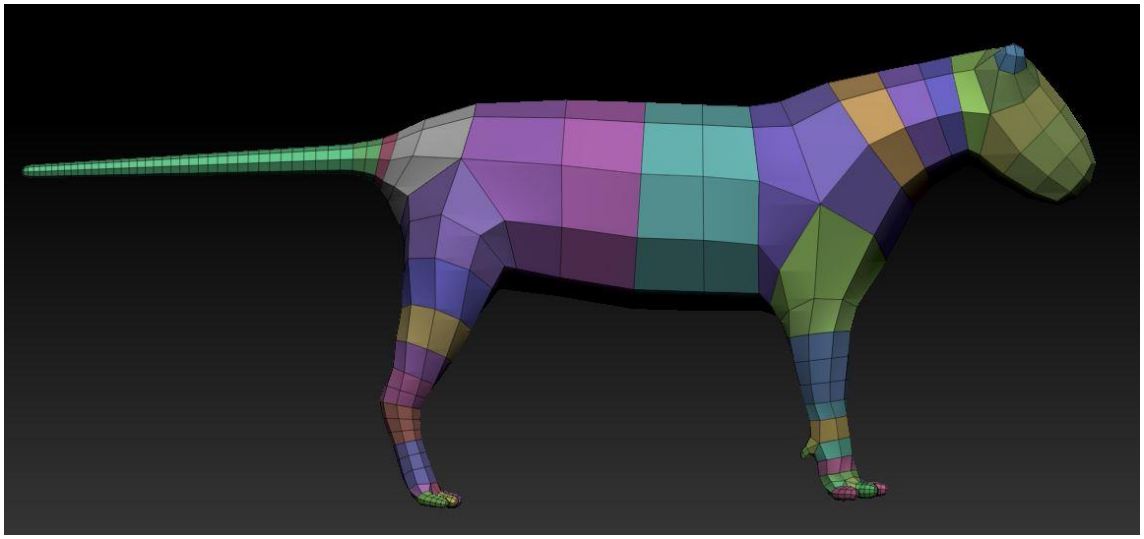
Quan es comença a crear un model en 3D, es necessari definir quina és la forma que volem que tingui, abans de començar a definir els detalls, és important que el model tingui una estructura adequada al resultat final que volem aconseguir. Aquest procés de definició de l'estructura normalment es realitza a partir de crear un model amb una carrega poligonal petita, ja que ens permet modificar la forma y posició tant de la silueta com del cos, d'una manera eficient.

El model amb poca càrrega poligonal, o *lowpoly*, es pot generar de diverses maneres. En aquest projecte s'ha realitzat mitjançant l'eina *ZSpheres* del programa *ZBrush*. Es tracta d'una eina que ens permet crear esferes que van unides entre elles, de manera que cada cop que creem una nova, es genera una estructura de *ZSpheres*. Aquesta esferes es poden modificar, desplaçar i escalar a qualsevol mida, sempre que vulguem. A partir d'aquesta eina podem anar generant esferes amb la forma del model que volem aconseguir. Aquest procés es genera des de una posició on es pugui veure tota la forma de l'animal.

En el cas de un lleó, des de la posició de perfil, es pot veure tota la silueta del model. Per tant, a partir de les imatges de referència de l'animal, en posició de perfil, es va començar a definir la estructura del model.

Img5-2: Model generat en ZSheres

En la imatge es mostra el resultat obtingut després del procés de creació de les *ZSpheres* amb l'estructura generada amb la forma del model que volia aconseguir. Un cop finalitzat aquest procés, el mateix programa *ZBrush*, et permet convertir aquesta estructura generada per esferes en un model generat per polígons quadrilàters, obtenint el model en *lowpoly*.



Img5-3: Model en lowpoly

El model el *lowpoly*, com es veu, defineix la forma inicial del personatge en 3D. No té ningun detall, només es composa per la estructura bàsica. Aquest procés es necessari, per tal de que a partir de tenir el model en *lowpoly*, es pugui començar a definir els detalls del personatge.

5.2.2 MODELATGE HIGH POLY

Per tal d'aconseguir un gran detall en el model final que assoleixi el resultat realista que vull aconseguir, he dividit la malla poligonal del model en un total de cinc subdivisions, passant a tenir una alta càrrega poligonal, convertint el model en "*highpoly*".

Per tal d'aconseguir un gran detall en el model 3D, he utilitzat el procés de modelatge orgànic que, com si fos una escultura, es pot esculpir els detalls amb gran precisió, a partir del software *ZBrush*, que és el Standard utilitzat en aquets procés de modelatge, degut a la seva potencia al treballar amb models d'una alta càrrega poligonal.

Existeixen altres programes en el que també es pot realitzar aquest procés, com el *Mudbox* de *Autodesk* o el *Blender*. El cas del primer, és un programa que no conec i per tant, la suma de temps que suposa un aprenentatge, augmentaria el pressupost del projecte. El *Blender* és un programa gratuït i molt potent que et permet realitzar totes les tasques que es realitzaran en aquest projecte, però no s'utilitza en el àmbit professional, degut a que no té suport tècnic per problemes que es puguin tenir amb el software i per tant, no m'asseguren una solució a un possible problema que puguis tenir amb el projecte.

Per tal de definir la forma de l'estructura de manera més detallada, he utilitzat diferents "pinzells" que utilitza el software *ZBrush*, que et permeten modificar la topologia del model, que és la estructura que formen tots els polígons quadrilàters que composa un model 3D.

Els pinzells que més he utilitzat són el Standard, *Move* i el *Mask*. El primer pinzell, com el seu nom indica, es tracta del pinzell bàsic del programa i el que fa és afegir o extreure topologia per la zona per on "pintem", com si d'un pinzell amb pintura es tractés, però modificant la forma del model. El pinzell "*Move*" et permet moure la topologia que estiguis marcant, obtenint d'aquesta manera la forma que vulguis, es tracta d'una manera de acabar de definir les formes del model. Per tal de definir la forma de les orelles i la seva posició, aquest pinzell és el que més he utilitzat. El pinzell de *Mask*, no és com els altres, ja que en aquest cas no modifica la topologia del model, sinó que et permet selecciona una part del model, de manera que ta la emmascara de l'altre part del model, permetent amb els altres pinzells, afectar només aquesta zona.

Durant aquest procés de definició dels detalls del personatge, vaig tenir en compte els pèls de l'animal. El model del lleó, estarà tapat gran part per pèls, que no permetran veure alguns detalls, com els porus de la pell o les arrugues de la front. Per tant, no es necessari crear alguns detalls del model del animal, segons el volum i forma dels pèls de cada zona del lleó.

A partir de les imatges i vídeos de referència, vaig definir les zones que haurien de tenir més detalls. Aquestes eren el dits, la cara, les costelles i la zona engonal de les potes del darrere.

Img5-4: Imatges detalls highpoly

Durant el procés de modelatge del model en *highpoly*, vaig decidir que no modelaria la part interior de la boca del model. Es tracta d'una zona que no es veuria, degut a les animacions plantejades en el projecte. Si es volgués afegir alguna animació que afectés el model, de manera que es permetés veure la part interior de la boca, seria necessari realitzar un *rigging* específic i més complexa del que està plantejat, i podria suposar una alta càrrega de feina i augmentaria molt el temps de realització del projecte.

5.2.3 RETOPOLOGIA

Un cop tenim el model amb una alta càrrega poligonal i amb tots els detalls ja definits, es podria començar a realitzar el procés de *rigging* per tal de fer la animació, però que un model tingui tanta quantitat de polígons, complicaria molt el procés de *rigging* del model, a demés, el processat d'ordinador per tal de calcular una animació 3D i un render, augmenta en gran part degut a la quantitat de polígons hauria de processar el ordinador.

Per tal de disminuir la gran càrrega poligonal, he realitzar el procés de retopologia. Aquest procés es tracta de definir una nova topologia del model 3D, que dependrà tant de l'animació que es vulgui fer, com de la quantitat de detalls que es vulguin tenir al model repologiat final, tenint en compte els temps de render i la complexitat de l'animació que es vulgui realitzar.

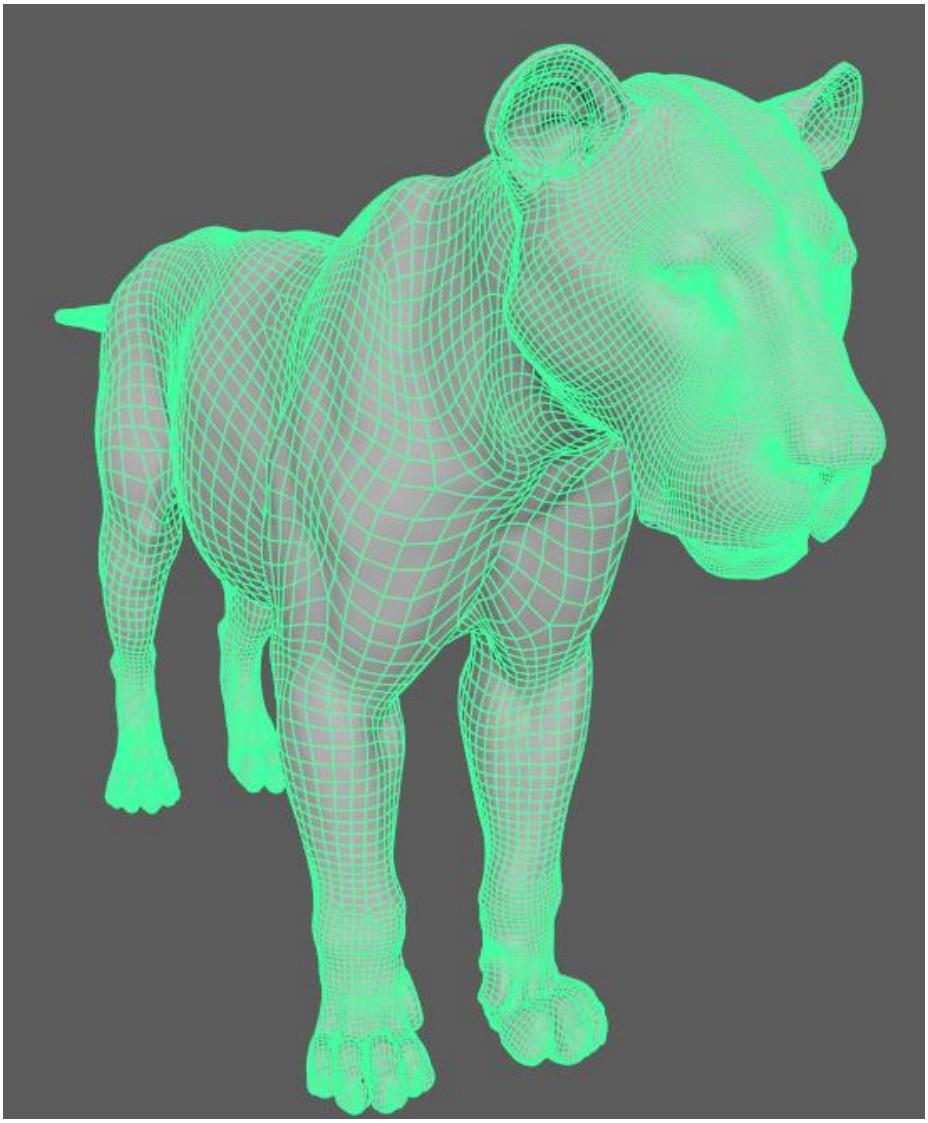
El procés de retopologia es pot realitzar de dues maneres, manualment o automàticament, per softwares que disposin d'una eina adequada. Es necessari que durant la retopologia, es mantingui la densitat de polígons necessaris, per tal de poder mantenir els detalls del model depenent de cada una de les part. Les parts amb més detalls necessitaran una densitat de polígons més elevada. El procés de retopologia automàtica és molt potent, però no et permet definir amb exactitud la densitat, forma i estructura dels polígons per tal de realitzar les animacions plantejades per el projecte.

En el cas d'aquest projecte, es compte amb un ordinador personal i amb una data d'entrega que fa que aquest procés sigui molt important, per tal de definir quina qualitat final del model es voldrà tenir, dins de les places d'entrega amb les eines que es disposen. Per tant vaig realitzar un *rigging* de manera manual, que em permet mantenir els detalls del model *highpoly*, però amb un *rigging* molt més senzill i un temps de processat d'ordinador molt inferior.

El programa utilitzat per fer la retopologia del model 3D és el Maya *d'Autodesk*, que té una eina anomenada "Quad draw" molt potent que et permet realitzar aquest procés de manera molt intuïtiva. Existeixen altres softwares com el mateix *Zbrush* o el *Topogun*, amb el que es podria haver realitzat aquest procés, però en el cas del primer, l'eina de retopologia no és tant intuïtiva ni potent com la del Maya. En el cas de *Topogun*, és el software més potent per tal de realitzar aquest procés, però no l'he utilitzat mai i el procés d'aprenentatge suposaria un augment del temps de realització del projecte i un augment del pressupost.

El procés de retopologia Quad Draw de Maya es realitza polígon a polígon sobre la malla del model *highpoly*, de manera que els nous polígons "s'enganxen" a la superfície model high poly, mantenint la forma del model. S'han de tenir en compte les part que es vol tenir més definició en el model, per tal de no perdre detalls. En el cas d'aquest projecte, es va mantenir una densitat de polígons més

elevada a la part de la cara, i dels dits de les potes. Baixant la quantitat de polígons tant en la cua com en el cos, degut a que no son punt amb tants detalls.



Img5-5: Model retopologia

5.2.4 TEXTURITZACIÓ

El procés de texturització del model es realitza un cop ja tens el model creat amb la densitat polígons adequada per l'animació que es vol realitzar. Es tracta d'un procés en el que es defineix l'aparença final del model.

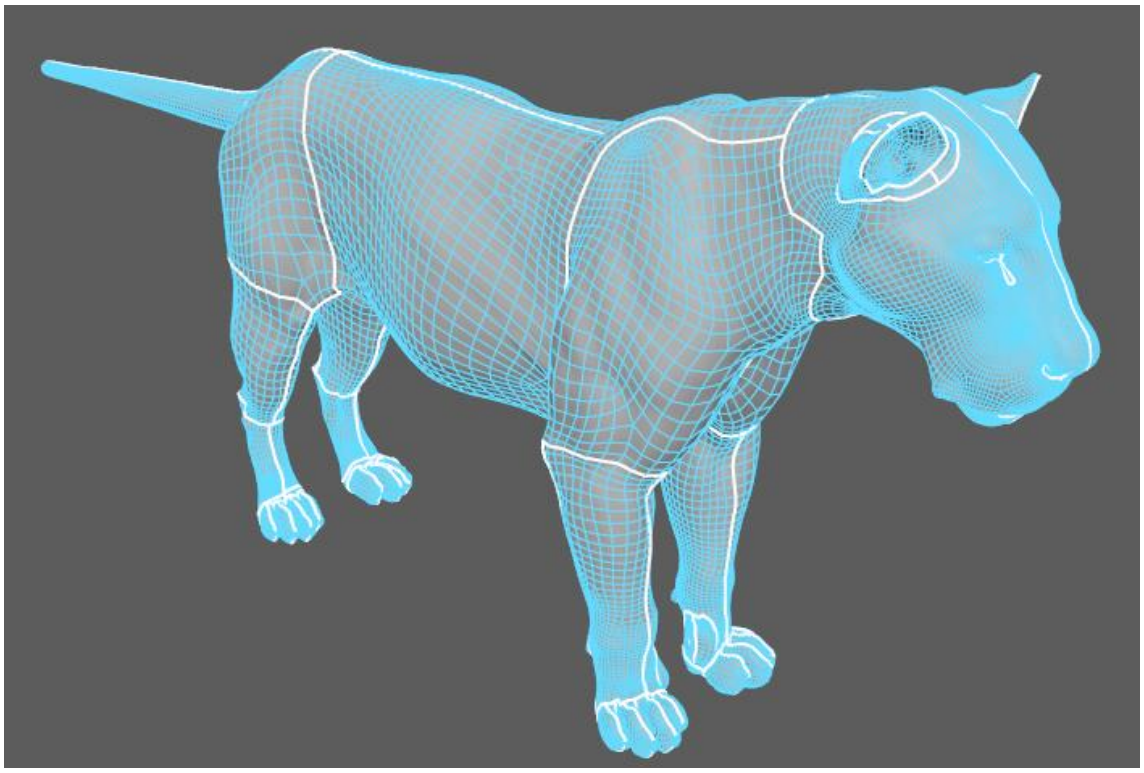
La texturització del model es pot realitzar un cop es té el model del personatge, però no cal que es realitzi abans del *rigging* i l'animació, La texturització és un procés independent que es poden aplicar sobre el mateix model 3D un cop ja està animat i per tant es pot realitzar a la vegada, mentre es realitzen els altres processos.

L'aparença de cada una de les part del model es defineixen per materials. Aquets materials es generen en els Softwares que s'estiguin texturitzant i és on s'assignen totes les textures que vulguin que afectin sobre una part del model. Cada un dels materials creats s'apliquen sobre les diferents parts del model.

Les textures són mapes o imatges, en dues dimensions que defineixen el color, els detalls i l'afectació de la llum sobre un objecte. D'aquesta manera, les textures que es troben dins els materials, generen l'aparença de cada una de les parts del model. Aquestes imatges de textures, afecten sobre objectes que estan en 3D, per tan es necessari "desplegar" cada una de les parts del model 3D en 2D. Aquest procés s'anomena *Unwrap* i es tracta del procés de "desplegar" cada una de les parts d'un model 3D en mapes 2D en els quals se'ls aplica la textura i es mostren de manera adequada sobre el model 3D. Els mapes on es mostra cada una de les parts del model de manera desplegada, s'anomenen *UV's*.

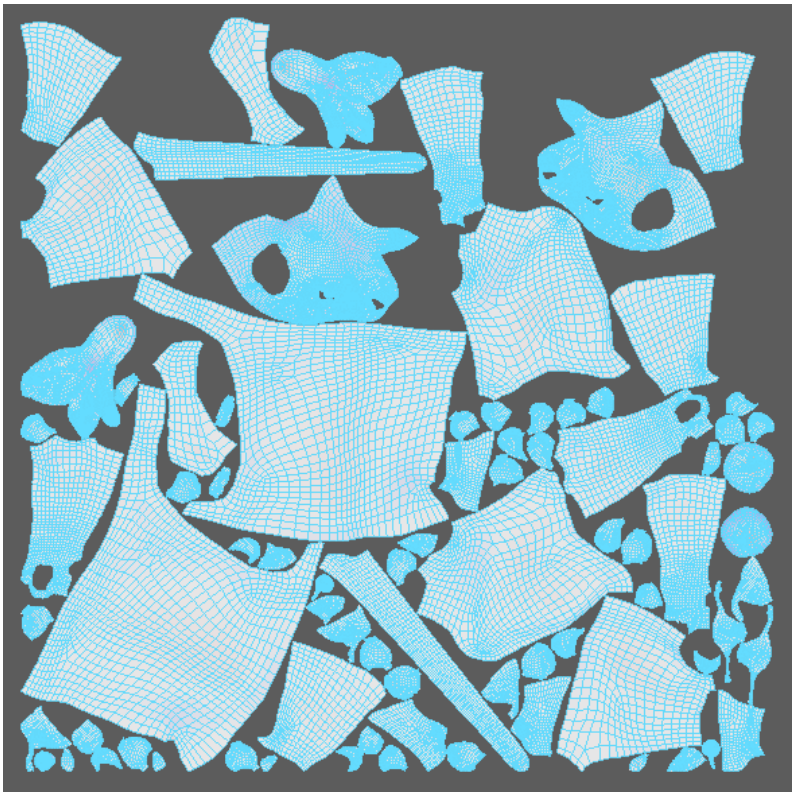
El procés de creació de les *UV's* del model, l'he realitzat amb el software Maya *d'Autodesk*, el qual és un estàndard en àmbit professional en el procés de creació de les *UV's* d'un model. Aquest procés també es pot realitzar amb el programa *ZBrush*, però no es tant potent en el procés de *Unwrap* com el software de *Autodesk*.

Per tal de realitzar el *Unwrap* del model, el vaig separar per parts, per tal de definir per on es volia desplegar cada una d'aquestes.



Img5-6: Model amb talls de Unwrap

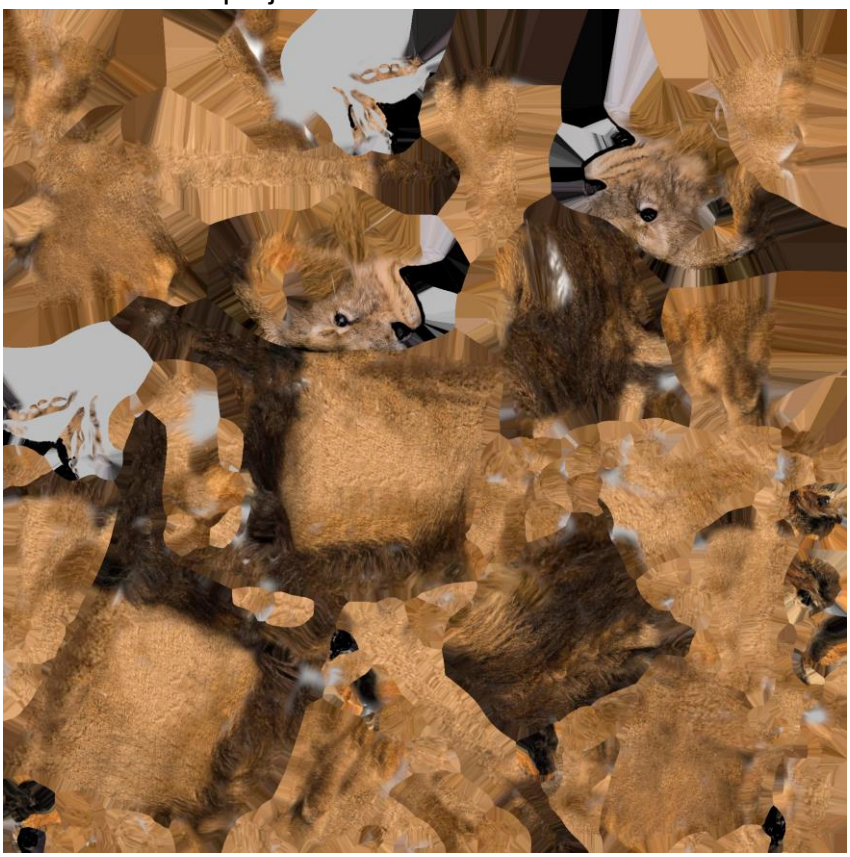
Un cop vaig definir les parts per on es van separar el model, he definit i optimitzat les *UV's* del model, per tal que al aplicar una textura sobre aquestes es veiessin de forma adequada.



Img 5-7: Mapa UV's del Lleó

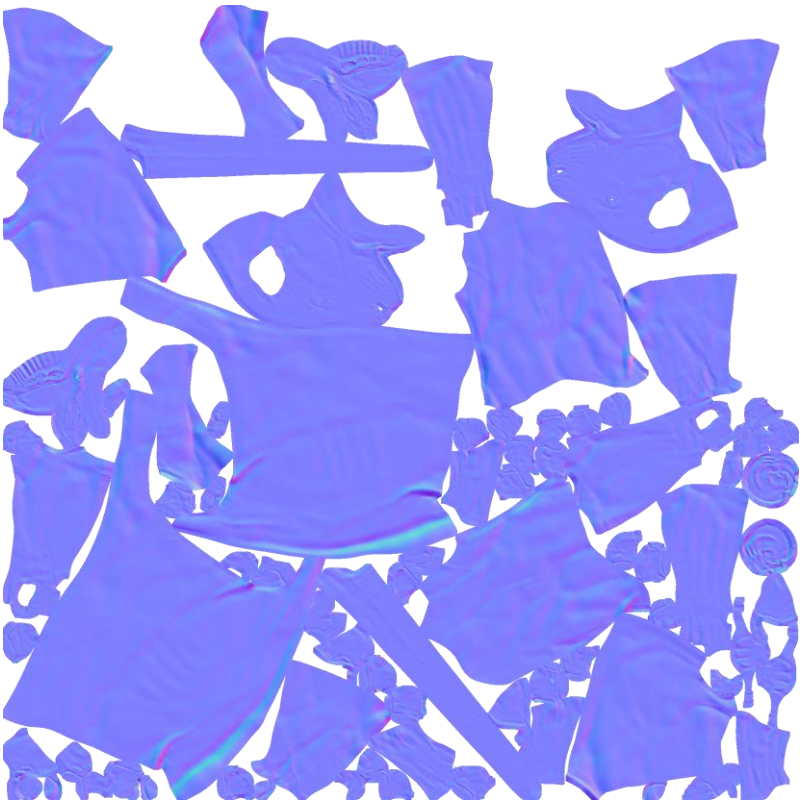
En el procés de creació d'aquest projecte s'han utilitzat els següents tres mapes de textures:

- *Diffuse, Albedo o Color Map:* Es tracta de la textura que defineix els colors bàsics del model. En aquesta textura no existeix l'afectació de la llum sobre els colors de l'objecte. Aquest procés s'està realitzant en aquets moments en el projecte.



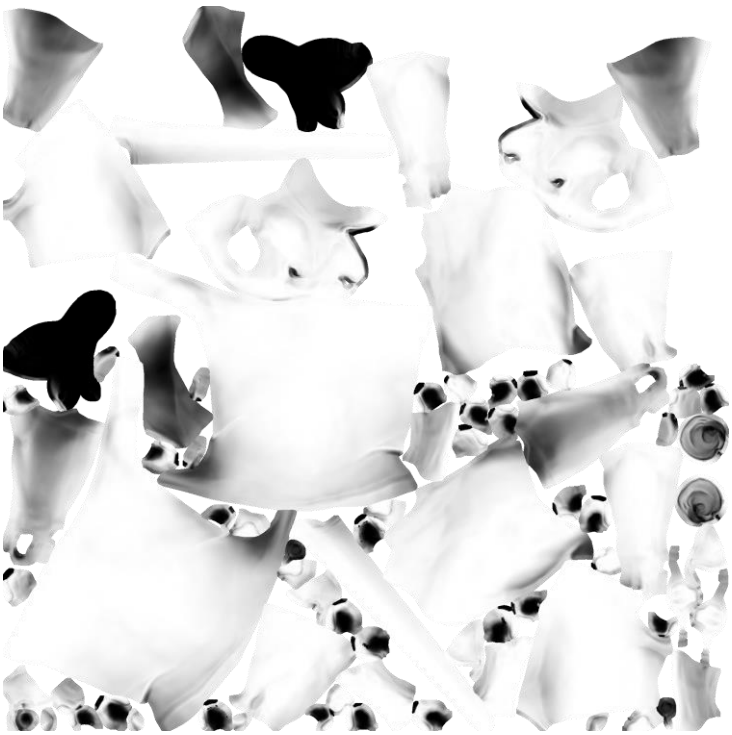
Img 5-8: Diffuse map

- *Normal Map:* Una textura que manté la direcció de les normals de cadascun dels píxels de la imatge. Per tant, permet mantenir gran part dels detalls del model *highpoly*, sobre la retoplogia.



Img5-9: Normal Map

- *Ambient Oclusion:* La seva traducció seria "llum ambient", és una textura que especifica com afecta la llum sobre cada una de les parts del model, assignant quines parts són més fosques o creen ombra sobre les altres, fent més realitza el aspecte de profunditat en el moment del render.

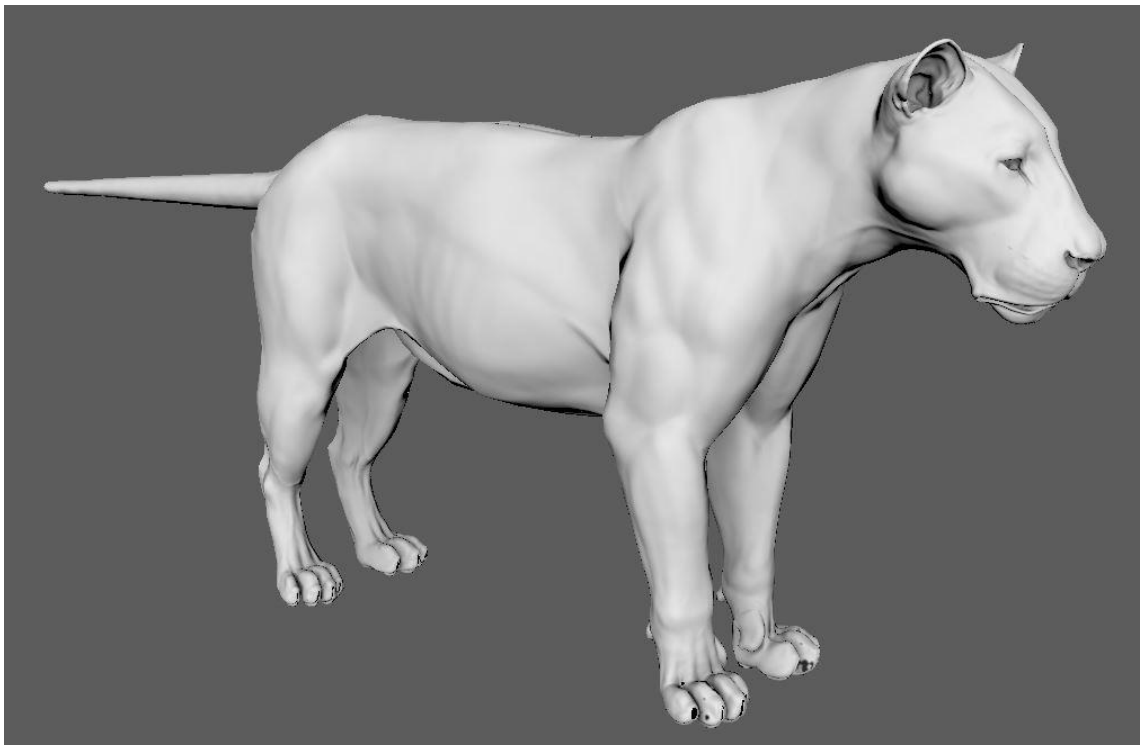


Img5-10: Ambient Oclusion

El procés de extreure els detalls del model *highpoly* i aplicar-los sobre el model *retopology* s'anomena *baking*. He extret mitjançant els mapes normals els detalls del model i amb el mapa ambient oclusion, els punts més foscos.

Per tal de realitzar el *diffuse map*, he utilitzat el programa *Subtance Painter*. Es tracta d'un programa molt potent en comparació amb el procés de texturització del Maya i del *ZBrush*. El *Substance Painter* et permet agafar imatges de referència i a partir de l'eina *projection map*, plasmar la imatge sobre el Model. De manera que he agafat diverses imatges de refeència de lleons, que tinguessin colors similars, segons cada part del model, i he anat projectant els colors de les referències sobre la malla.

Un cop aplicat les dues textures realitzades el resultat és un model amb una càrrega poligonal baixa, i amb els detalls del model de *highpoly*.



Img 5-11: Model amb Normal Map i Ambient Oclusion

Img 5- 12: Model amb diffuse map del Subtance Painter

5.2.5 RIGGING

El procés de *rigging* es realitza un cop tens el model amb una topologia correcte per tal de ser animat. Aquest procés comença en la creació d'un esquelet que controli les articulacions del model 3D. El esquelet s'aplica sobre la malla del model 3D i permet animar-la.

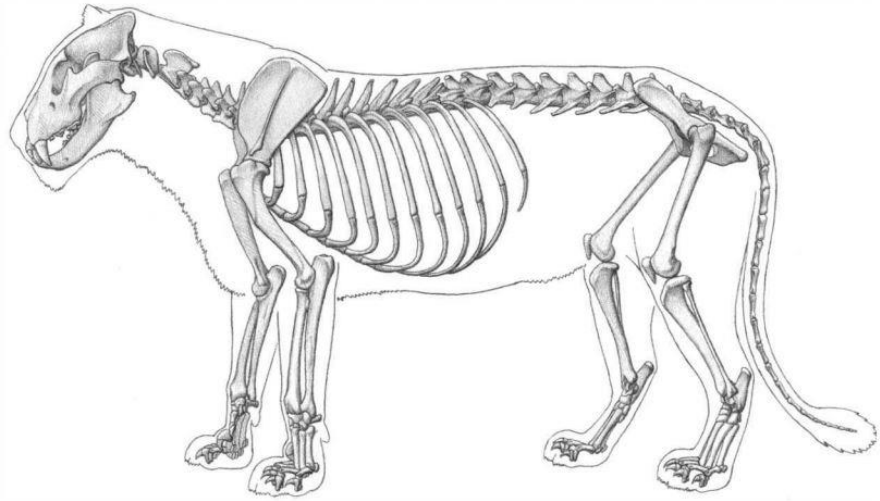
Per tal de realitzar tot el procés de *rigging* del model, he utilitzat el software Maya *d'Autodesk*, ja que aquesta eina es una més potents en el mercat, s'utilitza a nivell professional i tinc coneixements previs aconseguits durant assignatures impartides en el grau. Per altre banda hi ha altres softwares que et permeten fer aquet procés com Cinema 4D, el quan domino però no conec l'eina de *rigging* que ofereix, per tant el aprenentatge de l'eina augmentaria el temps del procés i el pressupost del projecte.

5.2.5.1 ESQUELET

Per realitzar el esquelet del lleó, he tingut en compte totes les referències de les animacions, ja que es necessari crear una estructura d'ossos, que permeti recrear les animacions plantejades en el *story board*, i que siguin el més realistes possible. Per tal de crear l'estructura de l'esquelet, he utilitzat l'eina de *Joint* del Maya, que permet crear una estructura òssia en el interior del model 3D, recreant la de l'animal.

Els *joints* són punts que s'assignen manualment s'obre la malla, de manera que automàticament es connecten entre ells formant l'estructura òssia del model. Aquest punts, van enllaçats entre ells formant els ossos, creant una estructura parental. De manera que tal com es comporta un esquelet real, el primer *joint* generat, afecta al segon, el tercer i el següents. Si es modifica el primer *joint*, o *joint* pare, aquesta modificació afecta als demés ossos. Per tant aquesta eina recrea el comportament d'un esquelet real.

Per tal de seguir una estructura òssia adequada per les animacions, he seguit la documentació de referència del llibre *"Goldfinger, E, (2004). Animal Anatomy for artists. The Elements of Form, Oxford University Press.". El qual et descriu amb imatges e informació l'estructira òssea del Lleó.*

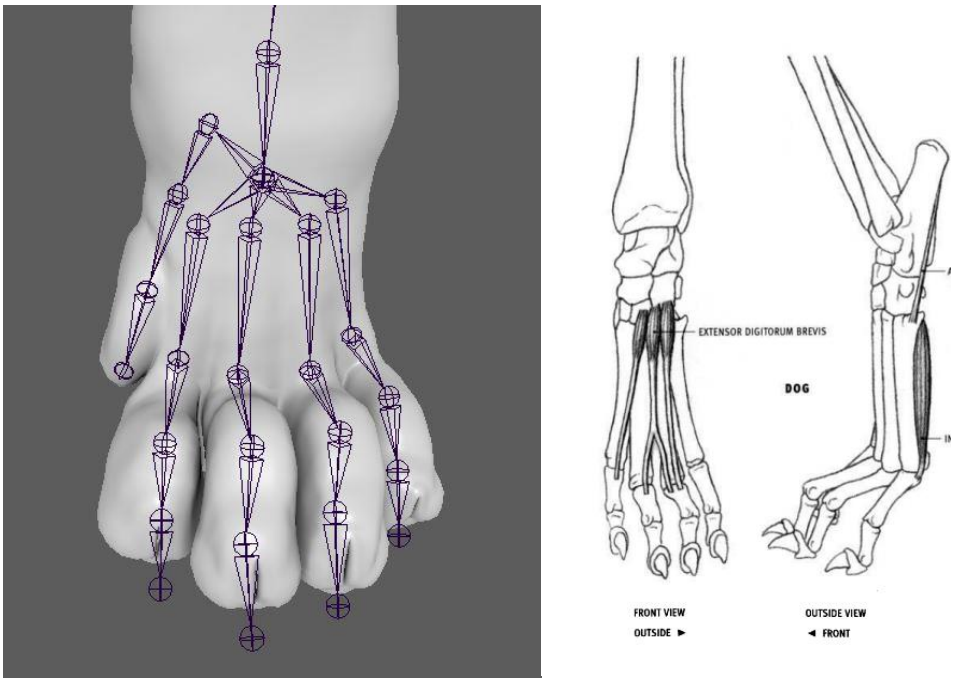


Img 5-13: Referència esquelet

En el cas del model, l'estructura òssia esta separada en cinc parts, cada una de les potes de manera individual i l'espina dorsal. L'estructura òssia de les potes, s'organitzen totes de la mateixa manera, mentre que el de l'espina dorsal té una organització totalment diferent. Per tant, el model es composa d'un conjunt de 5 estructures òssies separades entre si, que formen l'esquelet del model 3D.

L'estructura dels ossos de les potes del model que he generat són iguals a les del animal real. Estan dividides en 3 *joint*, formats per els ossos que recreen el fèmur, cúbit i radi i els canells. El canell i el os base de tots els dits, estan separats per una petita distància que permet recrear el moviment del canell, per separat del dels dits.

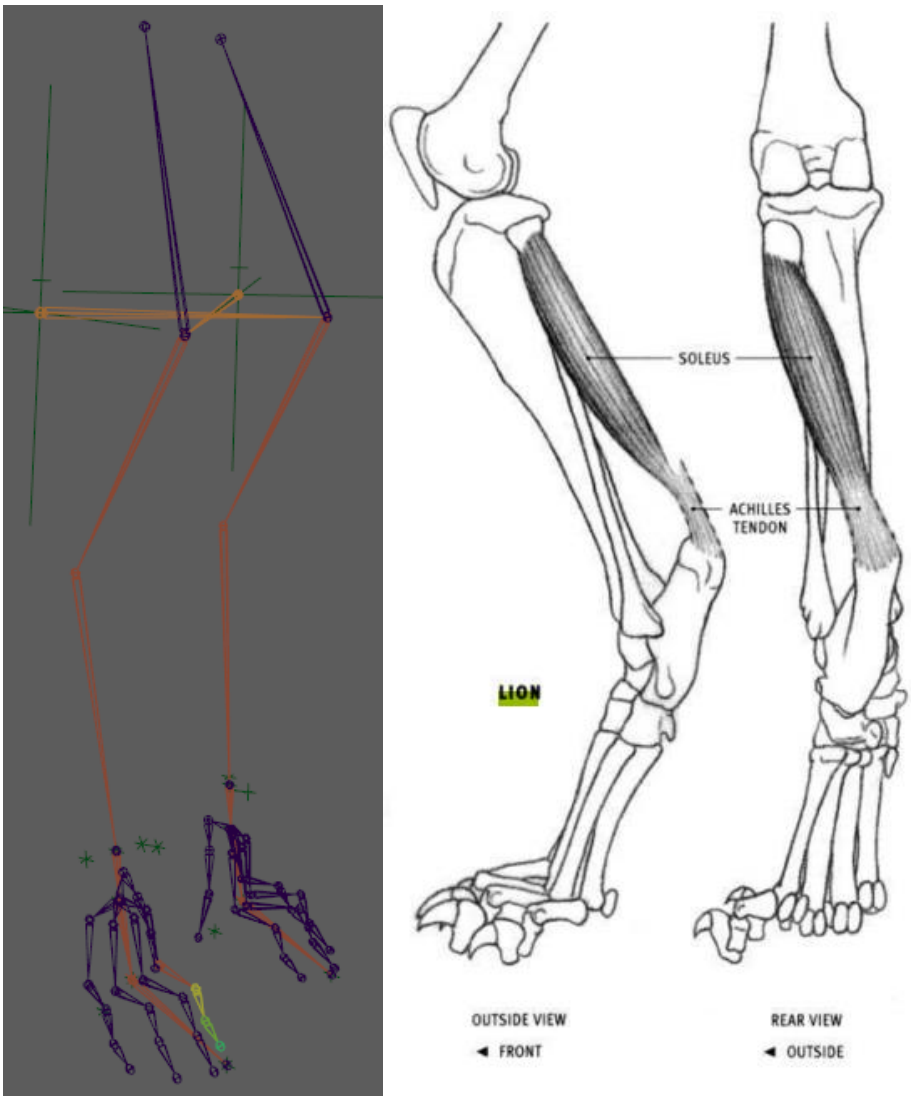
Les potes davanteres tenen cinc dits i les posteriors en tenen quatre. Els dits estan dividits en quatre falanges i s'uneixen un *joint* base que agrupa el moviment de tots els dits i els separa del moviment del canell. Això em permet separar els moviments de torsió del canell i els moviments verticals i horitzontals per tal de que l'animació sigui més realista al comportament real.



Img 5-14: esquelet peu vs referència

Un dels punts important en el moviment de les potes davanteres del lleó, són les escàpules, que permeten el moviment de rotació cap endavant i endarrere de les potes. Aquestes es troben al damunt de l'espina dorsal i per tal de simular el seu moviment en el model, he col·locat un *joint* en cada pota, que em permet fer de base del moviment de rotació. Per tal de que sigui una rotació àmplia i realista, els *joints* es troben separats de l'espina dorsals e invertits respecte les potes a les que afecten.

Finalment, pel que respecta a les potes davanteres, he col·locat un *joint* que connecta el fèmur amb la part les escàpules que sobre surten de l'espatlla del model, per tal de recrear l'animació d'aquestes.



Img 5-15: esquelet pota vs referència

Pel que fa a l'estructura òssia de l'espina dorsal, està formada pel que s'anomena *Ribbon*. Es tracta d'una *Primitive NURB* en forma de pla, que degut a que el Maya treballa amb les NURBS de forma diferent que amb els polígons, aquestes són molt més flexibles, degut a que al moure una aresta de la NURB, aquesta influeix a les arestes del voltant d'aquesta.

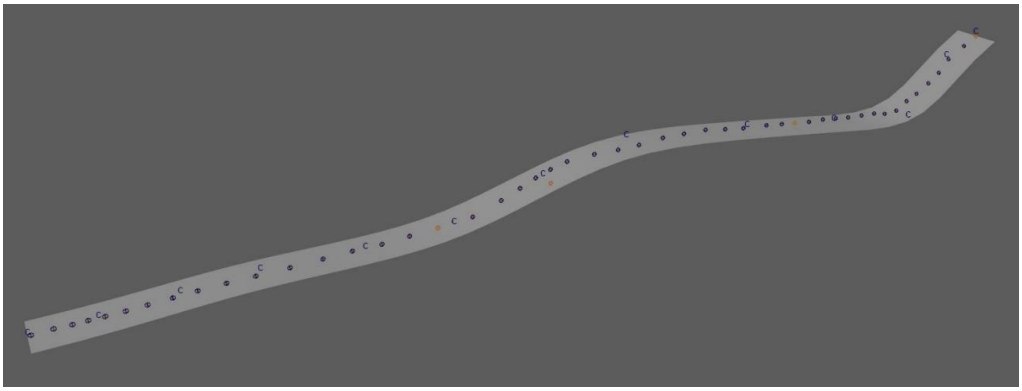
Per tal de poder controlar el pla, està generat ajustant la mida a l'esquena del model 3D, vigilant amb la quantitat de divisions per tal de que cada una de les arestes del pla coincideixin amb les vèrtebres de l'espina dorsal de l'animal.

Un cop creat el pla que suposarà la base de l'esquena dorsal, es necessari formar l'estructura de l'esquelet sobre el plà, per tal de que es pugui assignar al model. Per tant, s'ha generat una estructura de *nHair static*, creant un fol·licle per cada una de les arestes del pla i fent-les coincidir amb aquestes. Els fol·licles permeten seguir la estructura del pla, ajustant la direcció a la que apuntes, segons el moviment del pla. D'aquesta manera, es genera un *joint* per cadascun dels fol·licles i els emparentes, per tal de que segueixen els moviments del

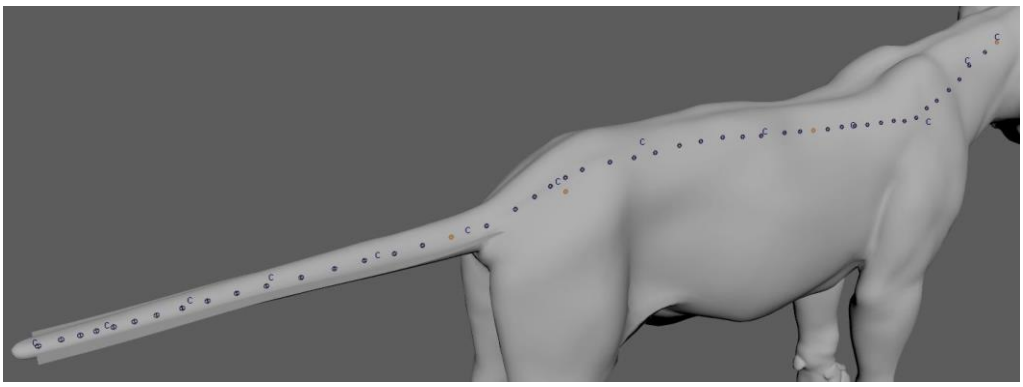
fol·licles. Es la manera de obtenir que les *joints* segueixin els moviment del pla, canviant la seva direcció segons el aquest.

Un cop he generat els *joints* en cada una de les arestes del pla, per tal de no haver de moure cada vèrtex de manera individual, he generat *clusters*. Els *clusters* són uns deformadors que afecten a la malla i el que permeten és, moure més d'un element a la vegada. De manera que, he estructurat l'espina dorsal del model en els diferents punts en els que necessitava que el model tingues una articulació, per tal d'animar-les. He ajuntat els *joints* del pla per clústers segons cada un d'aquets punts.

L'esquena dorsal esta dividida per un total de 6 *clusters* que formen la cua, des de la base d'aquesta, 5 *clusters* que conjunten els *joints* des del maluc fins el coll i finalment dos clústers que conjunten els *joints* del cap. Els punts on estan situats els clústers son punts claus on l'animació serà necessària. Els sis clústers de la cua seran els que controlin el moviment d'aquesta, la separació entre ells és equidistant, i hi ha un *cluster* tant en la punta de la cua, com en la base d'aquesta. En el cas del torç he col·locat un clúster en el maluc que servirà de base per tota la part posterior del cos, després he col·locat un al coll per tal de fer de base del moviment del cap, dos clústers que he posat un al principi i l'altre al final de la panxa per fer de centre del torç i finalment un per el pit. Pel que fa al cap, he posat un clúster a la punta i un a l'inici del cap.



Img 5-16: Ribbon, estructura de l'espina dorsal

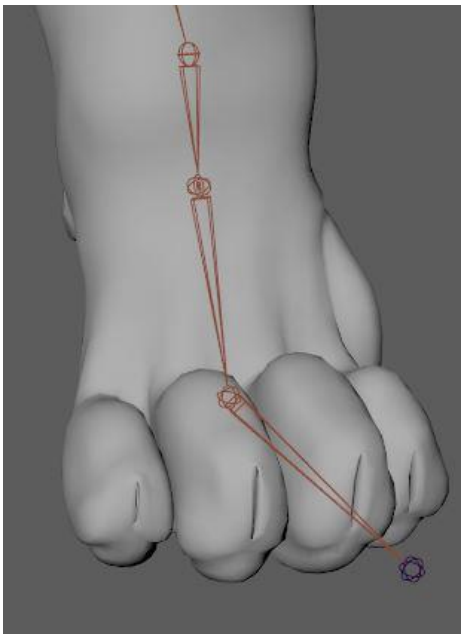


Img 5-17: Ribbon aplicada al model

Un cop acabada l'estructura òssia base del model, vaig decidir que les quatre potes tindrien *IK handles*, que es tracta d'una eina que té Maya per tal de afegir als ossos que seleccionem, un moviment *IK (Inverse Kinematic).* Aquesta animació es tracta d'un tipus d'animació que s'aplica sobre els *joints* que volem que estiguin implicats, de manera que al moure un d'aquets, el propi software calcula el moviment i els angles dels altres *joints* involucrats de manera automàtica. D'aquesta manera, el propi software mitjançant aquesta eina, al moure un dels *joints* que tenen moviment IK, calcula com es comporta el moviment dels *joints*, recreant el moviment d'una estructura òssia similar a la d'un braç, on al moure la mà cap endavant, també mou el colze i el ombro.

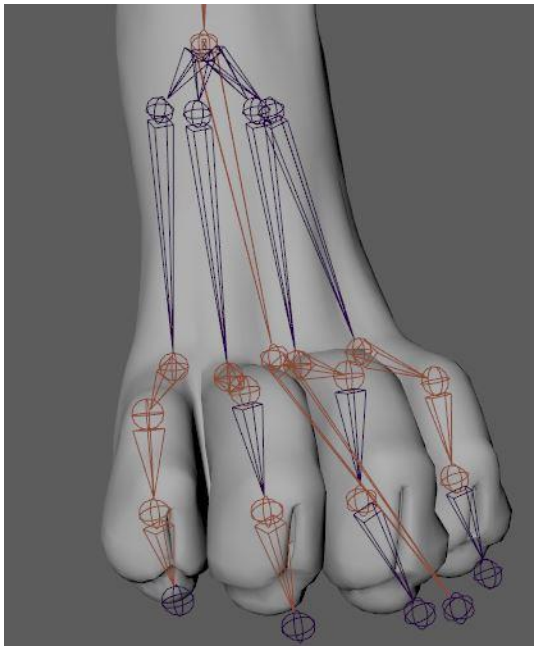
He afegit un *RP Solver (IK solver rotate plain)*, des del *joint* del fèmur fins el del turmell. Aquest tipus de *IK handle*, calcula la posició de tots els *joints* implicats, sense afectar la orientació, en aquest cas el *joint* del fèmur, genoll i turmell. D'aquesta manera, algun dels *joints* implicats el programa simula la posició del altres dos de manera realista. He utilitzat un *RP Handle* en contes del *Single Chain Handle*, ja que en aquest al afegir un moviment de translació del *joints*, no vull que afecti la orientació dels demés.

Finalment he generat una estructura nova de *joints* que em permet controlar la tots els dits de manera conjunta i el turmell. Aquesta nova estructura òssia esta unida amb el *joint* del turmell amb *constraint parent*. De manera que es tracta d'una estructura base que em permet controlar tots els ossos creats anteriorment, sense haver de moure totes les falanges dels dits una per una. Aquests joints estan units per *SC solver (single chain)*, ja que en aquest cas, si que s'utilitzaran com a base de rotació dels dits i turmells.

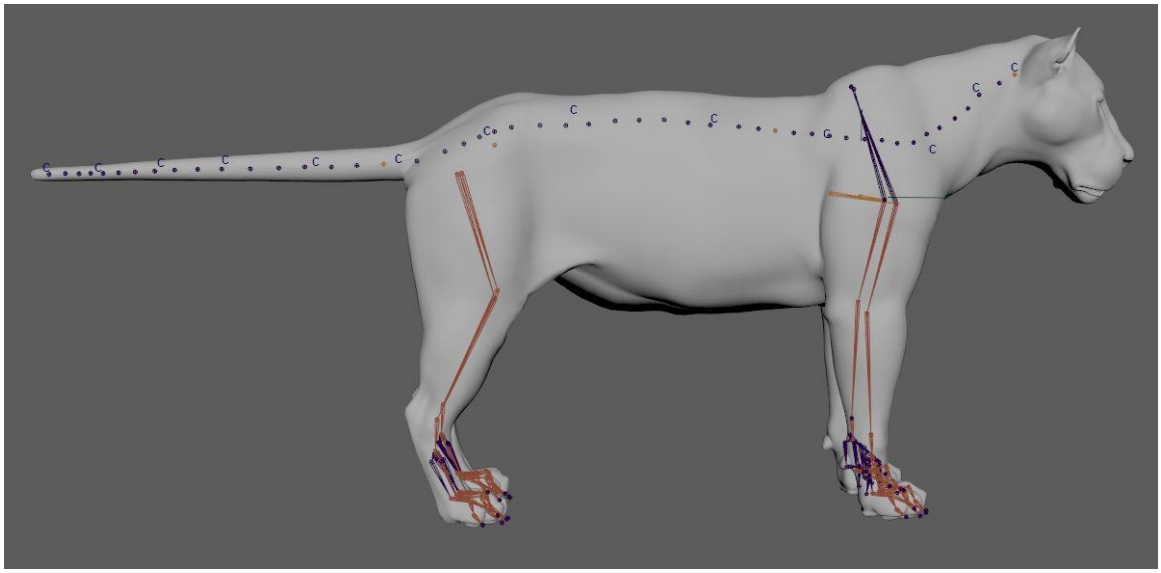


Img 5-18: estructura base per control de peu

Finalment, he afegit un *RP Handle* a cada un dels dits de les quatre potes, des de la primera falange fins la quarta. Per tal de poder recreat l'animació dels dits de la mateixa manera. També he afegit un altre estructura òssia que surt des de el *joint* que uneix tots els dits i que es pare d'aquets, composat per dos *joint*, que serveix com a estructura base per els dits. De manera que al animar tots els dits, com han de fer les mateixes animacions, es pugui animar tots a la vegada seguint aquesta estructura òssia.



Img 5-19: Dues estructures òssies dels peus



Img 5-20 esquelet assignat al model 3D

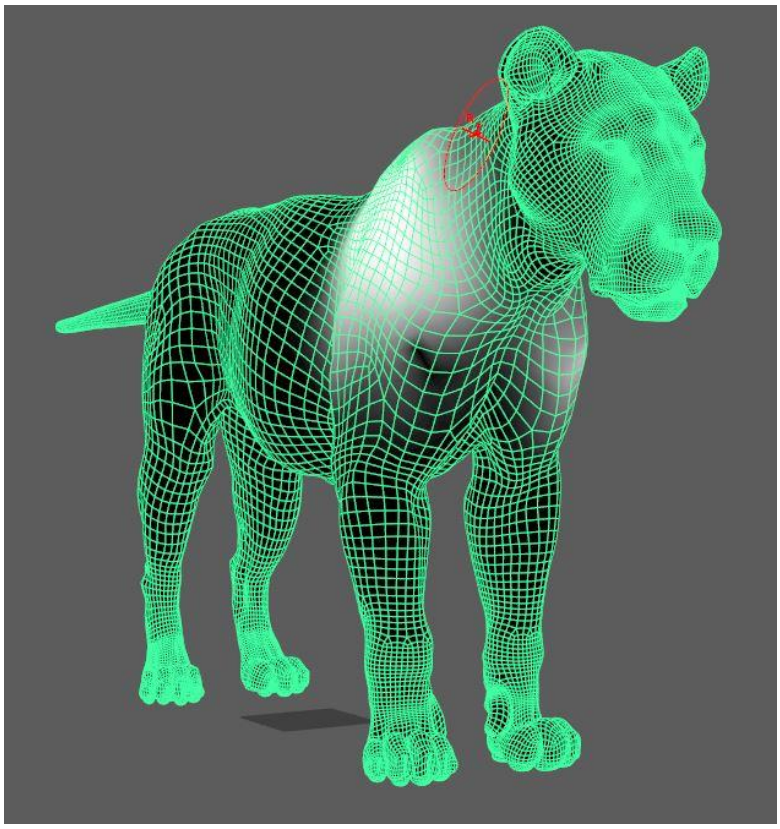
El procés de *skinning* del personatge es el moment en que apliquem el esquelet generat anteriorment, sobre el model 3D. De manera que, és el procés en que s'aplica l'afectació de cada un dels *joint* a la malla, per tal de que la malla es mogui adequadament respecte el moviment de l'esquelet.

El software Maya té una eina anomenada *Blind Skin*, que realitza de manera automàtica aquest procés. Aquesta eina el que fa és calcular el *skin weight* de tots els *joints*. El *skin weight* és el valor de cadascun dels polígons de la malla per cadascun dels *joints*. Aquest valor es tracta d'un valor numèric decimal entre el 0 i el 1, que el software interpreta com a colors entre el negre i el blanc respectivament, on els valors entre mitges es mouen en escala de gris.

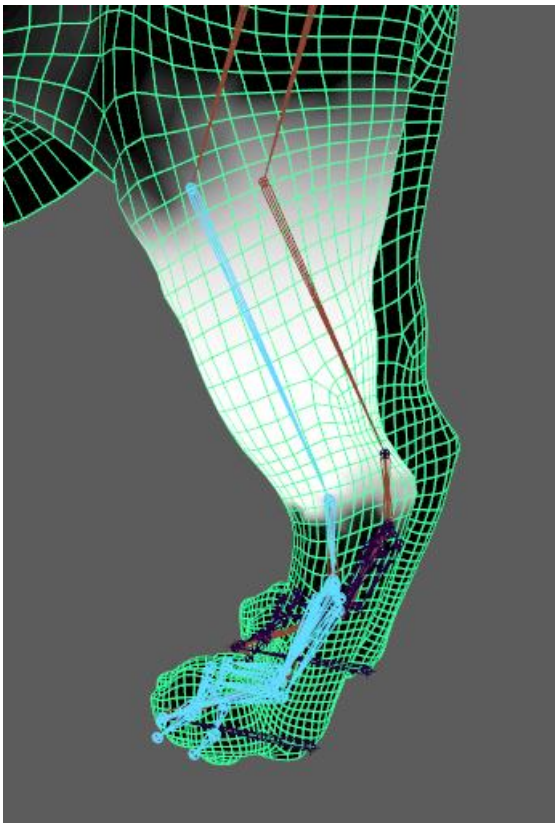
Es necessari realitzar canvis de manera manual en cadascun dels joints, ja que depenent de l'animació que es vol realitzar, l'afectació resultant pot ser diferent. En el cas del meu projecte, vaig realitzar una animació de cicle de caminar bàsica sobre els ossos, de manera que podia modificar l'afectació de cadascun dels *joints* sobre els polígons amb una referència clara del resultat que volia obtenir.

Per tal de que els moviments fossin realistes, els *joints* afecten no només els polígons que tenen al voltant, sinó que també afecten en menor mesura als polígons del voltant.

El procés d'assignar valors sobre l'afectació dels *joints* sobre el polígons de la malla es realitza mitjançant l'eina *paint weights*. Que permet mitjançant el pinzell, pintar sobre la malla amb valors dins l'escala de gris, com volem que sigui afectat cada polígon per cada *joint*. D'aquesta manera, vaig anar pintant el *skinning* de la malla respecte l'animació creada, per tal de comprovar que la deformació de la malla en l'animació fos correcte.



Img 5-21: skinning de l'escàpula dreta



Img 5-22: skinning de ròtula dreta

Un cop ja està assignat i definit el esquelet per el model 3D, es necessari crear controls que controlin el moviment dels *joints*, per tal de facilitar l'animació. Aquets controls es poder realitzar utilitzant qualsevol geometria del software 3D, en el meu cas he utilitzat *NURBS curves*, que es el procés general que utilitzen els riggejadors amb el software Maya. Les *NURBS curves* és una eina que crea geometria 3D a partir de línies i curves.

Per tal d'assignar la geometria creada per NURBS, s'utilitzen els *constraints*. Es tracte d'una eina del software Maya, que et permet controlar el moviment de una geometria respecte un altre. De manera que si movem els controlador que hem assignat amb *constraints* sobre un *joint*, aquest també es mourà. Abans de realitzar els *constraint* i un cop col·locat els controladors el seu llocs, he realitzat un *freeze transformation* de cadascun d'ells, per tal de que els valors seus tant de rotació com de translació en el lloc inicial on es troben siguin zero i faciliti la seva animació.

El model esta dividit per zones en formes de controladors, en el cas de la cua els controladors són cercles, que tenen un *constraint* en cada un dels clústers de la cua, entrellaçats per *constraint* parent de translació i rotació amb aquets, per tal de que puguin controlar tot el moviment de la cua. També estan emparentats entre si, de manera que el controlador del inici de la cua controla els demés.

Pel que fa al torç del personatge, he creat un controlador per el maluc, un per la panxa i un altre per el pit, de manera que el primer controlador està lligat per contraint parent de rotació i translació amb el clúster del maluc, i els *joints* dels fèmurs de les potes posteriors. També el controlador està emparentat com a pare amb la cua, per tal de que al moure el maluc també mou tota la cua.

Pel que fa al controlador del mig del torç té un *constraint* parent de translació i rotació amb els dos clústers de la panxa, per tal de recrear el moviment de la panxa al fer les animació.

El controlador del pit té un *constraint parent* de translació i rotació amb el *cluster* del pit i els dos *joints* de les escàpules. També està emparentat amb el controlador del coll. D'aquesta manera, al moure el controlador es mou tota la part superior del model, i al rotar el controlador es mouen les potes davanteres i el pit però el cap va de manera separada.

Pel que fa al coll, està emparentat amb el controlador del cap i cadascun d'aquest té un *constraint* parent amb els clúster pertinent de l'espina dorsal.

He posat un controlador en forma d'estrella de fletxes per les escàpules, el qual només tenen actius en els atributs la opció de translació dels eixos x i z, que mitjançant un *constraint* parent de translació, controlen els moviments de les escàpules. He deixat nomes aquets dos eixos de moviment, per tal de deixar

només disponible l'animació de rotació vertical i horitzontal de les escàpules. També he afegit un control en forma de fletxa en les parts superiors de les escàpules, que tenen un *constraint* orient, que només amb els atributs de rotació afecten la posició de les part superiors de les escàpules del model. He afegit controls en forma de esferes, que amb *constraint* orient em permetin controlar la orientació de les ròtules de les quatre potes.

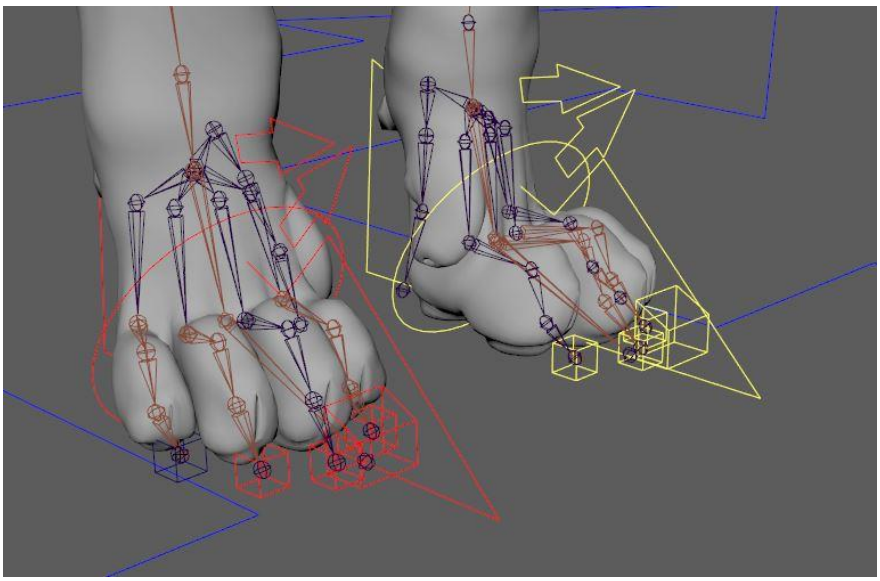
La forma de controls de les quatre potes son les mateixes i la seva distribució es:

Un controlador en forma de fletxa gran, emparentat amb els altres controladors, de manera que domina el moviment dels altres, i a la vegada té un *constraint* parent de rotació i translació amb el *joint* del turmell.

Una fletxa nomes amb atributs de rotació que controla els moviments del *joint* base de dels falanges dels dits, mitjançant un *constraint* parent de rotació. Aquesta fletxa té una fletxa a sota que també té només atributs de rotació i controla el moviment de les segones falanges de tots els dits, mitjançant un *constraint* parent de rotació amb el *joint* que he creat com a base de tots els moviments del peu i que controla el moviment dels artells dels dits. Aquest control em permet donar la sensació de que la pota només es recolza al terra amb els dits, per emfatitzar alguns punts de les animacions.

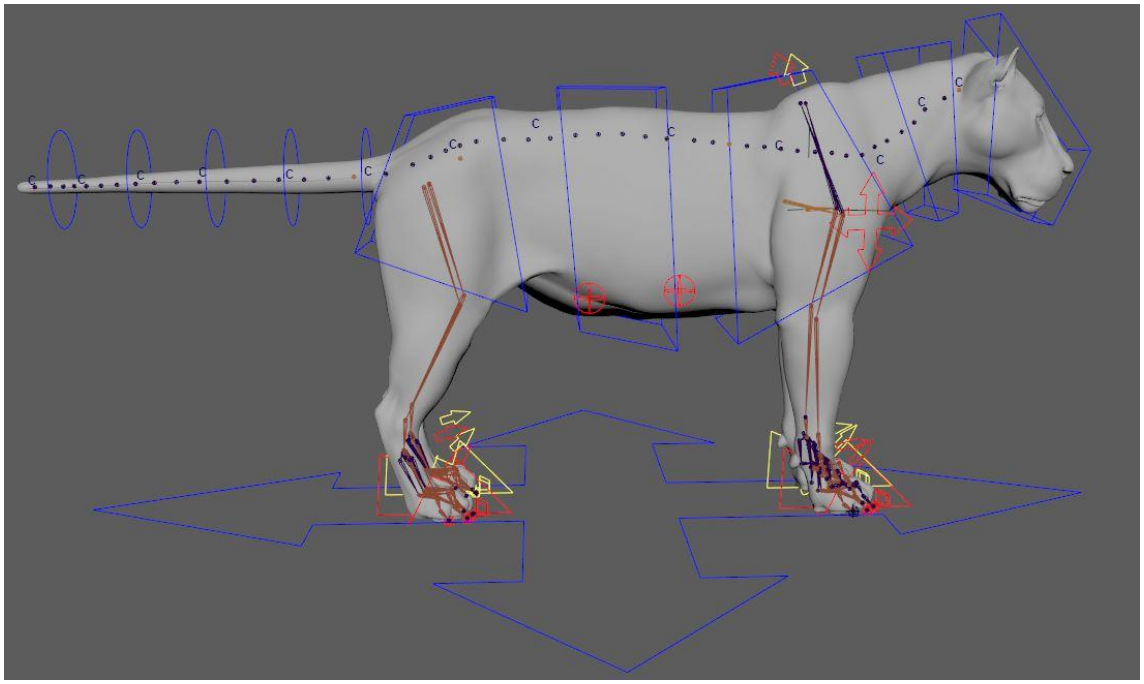
Un cub per cadascun dels dits que tenen un *constraint* parent de rotació i translació amb els últims *joints* de les falanges pertinents. Aquets cubs estan emparentant amb un cub general més gran que controla el moviment de tots els dits.

Un cercle que està emparentat amb el cub gran que controla els dits i permet la rotació de tots els dits a la vegada com pivot de rotació el centre del cercle que es troba al mig dels dits.



Img 5-23: controladors del peu

Finalment he realitzat un control en forma de creu amb fletxes, que té emparentat tots els altres controlador i permet moure i rotar tot el model.



Img 5-24: controladors del tot el model

Els controls estan també dividits per colors, els controls vermells controlen la part dreta del model i els colors grocs la part esquerra. Aquest fet farà que sigui fàcils diferenciar-los en el moment d'animar.

5.2.6 ANIMACIÓ

Un cop ja està generat el esquelet correctament assignat a la malla i amb els controls, es pot realitzar el procés d'animació.

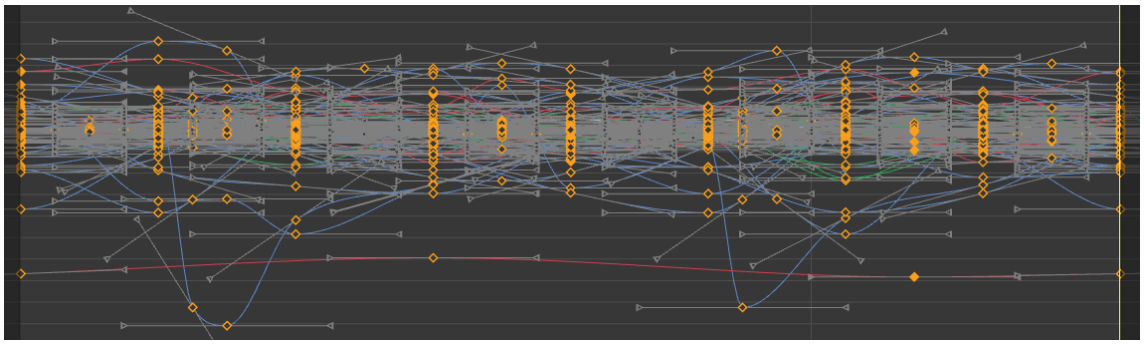
En un principi, la idea plantejada per aquest procés era realitzar les tres animacions explicades en el *story board*, però la primera animació ha estat impossible de recrear amb el *rigging* realitzat en l'anterior procés. Durant la realització del *rigging* ja vaig estar fent proves i per tal de poder fer l'animació amb el model començant al terra i les animació del model caminant i corrents, hauria de realitzar dos *riggings* totalment diferents per cada tipus d'animació. Això dificulta molt el procés d'aquest projecte i augmenta molt el temps per realitzar-lo.

Per tant, he decidit realitzar les dues animacions de cicle, tant els de caminar com el de córrer i finalment, afegir en comptes de la primera animació, renders de dos *frames* del lleó, que em permetin visualitzar com es comporta el model en un escenari i com es comporta amb diferents tipus de il·luminacions, i comparar el resultat amb les referències de lleons reals.

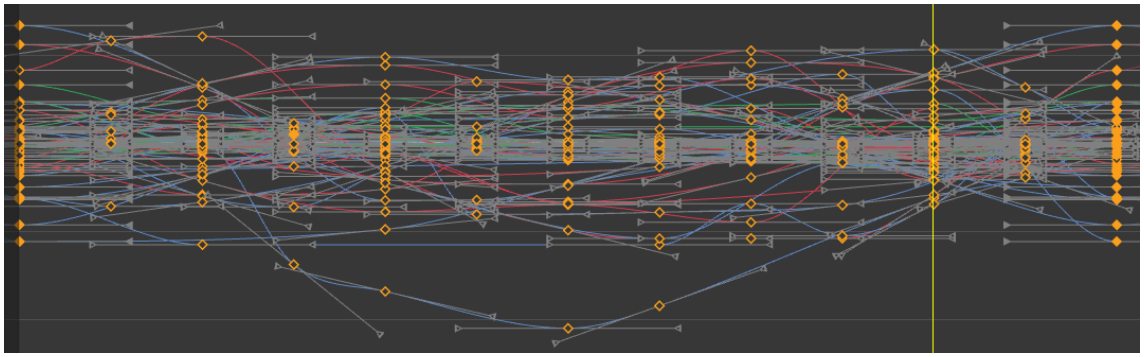
Pel que respecta a les dues animacions, com es tracta de animacions de cicles, de manera que la mateixa animació es repeteix cada cert temps, he decidit realitzar la tècnica de animació per *blocking*. Es tracta d'una tècnica que a partir de posicions principal d'una animació, es calcula de manera automàtica la posició entre aquestes.

He dividit la animació de caminar en 33 *frames*, els quals he calculat segons les referències, en el que el primer *frame* i el últim són el mateix. Els punts principals de l'animació es troben en els *key frames* 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29. He posicionat el model de manera específica en aquets punts, i utilitzant el *graph editor* he anat retocant la resta de frames per tal d'obtenir el resultat realista.

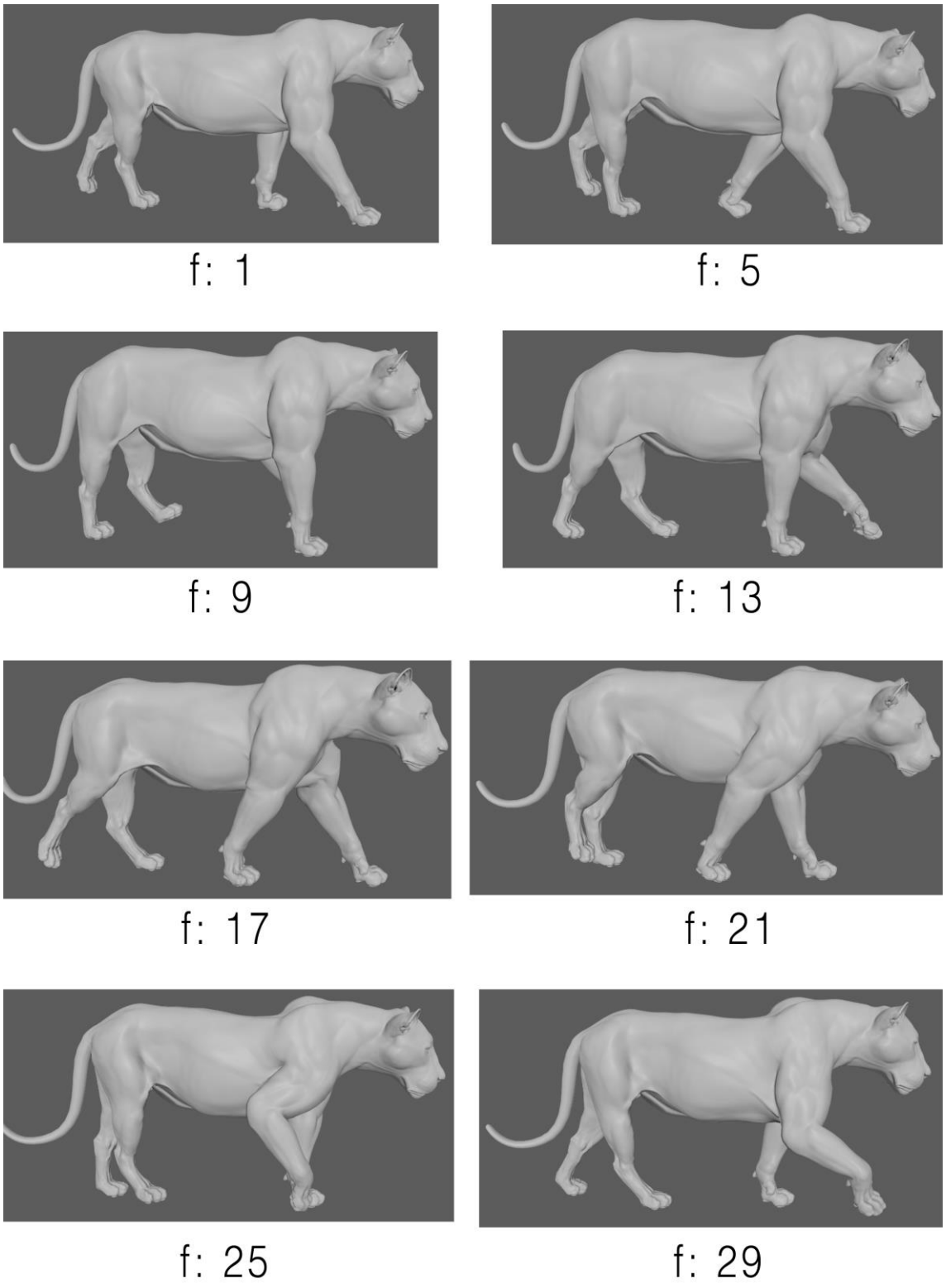
El *Graph Editor* és una eina que incorpora el software Maya i que utilitzen els animadors per tal de controlar els els frames i la interacció entre ells. Et permet visualitzar per una gràfica els punts de translació i rotació de cada control i retocar-la per tal de que quedi un moviment suau i realista.



Img 5-25: Graph editor de l'animacio de walk cycle

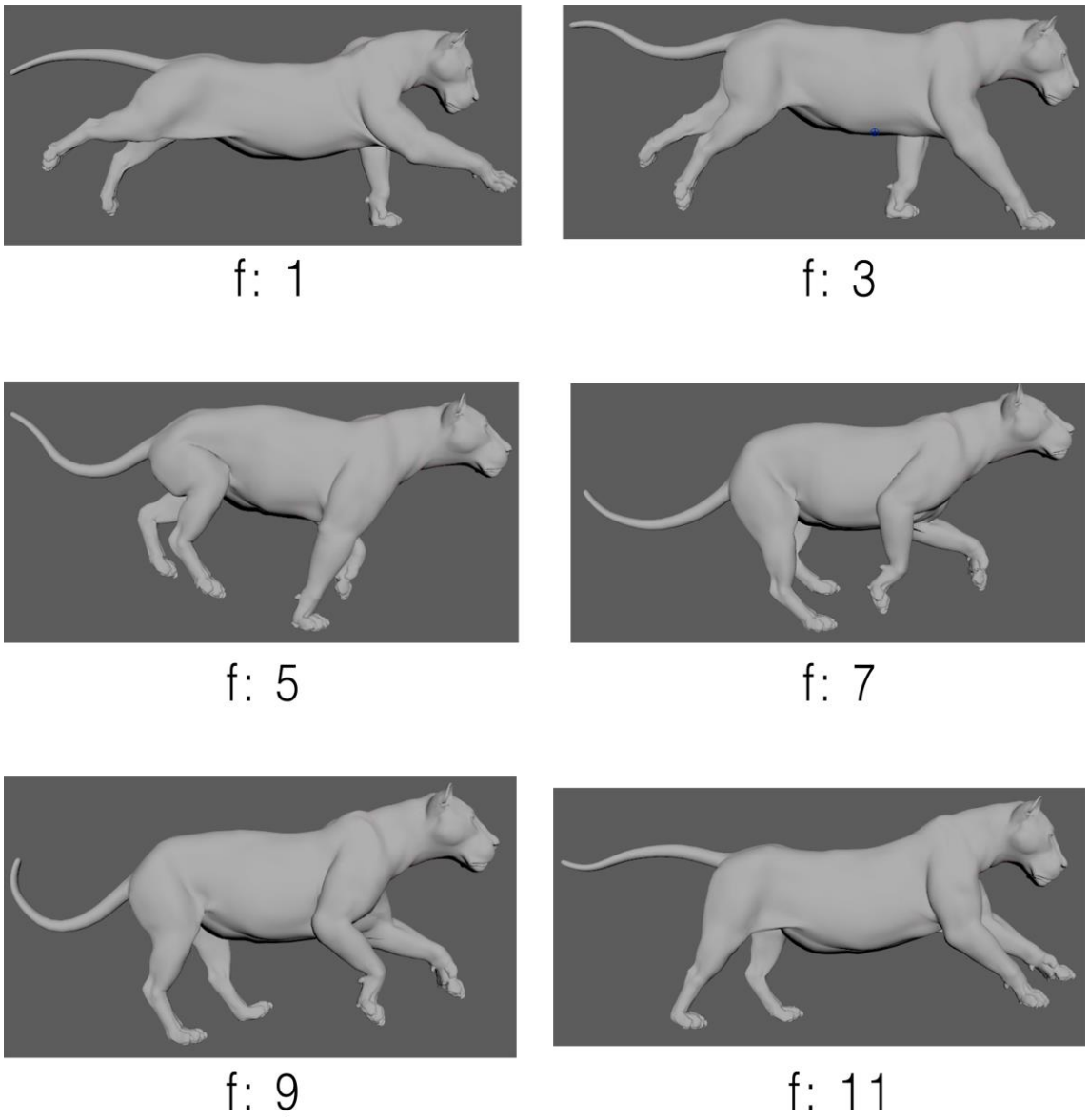


Img 5-26: Graph editor de l'animació run cycle.



Img 5-27: Posició en els key frames de l'animació de walk cycle

En el cas de l'animació de córrer, he dividit el cicle en 12 *frames*, de manera que el que el primer i el dotzè són el mateix. En aquest cas els *key frames* amb les posicions principals estan en el 1, 3, 5, 7, 9 11, 13. On el 13 es repeteix amb el 1.



Img 5-28: Posició en els key frames de l'animació de run cycle

Finalment, un cop ja tenia plantejades les posició de les dues animacions, he revisat i modificar cada frame en cada controlador, per tal de emfatitzar alguns punts necessaris i que la animació no fos homogènia. També m'he ajudat de les formes de les *curves* des de el *graph editor*, per tal de dotar de sensació de pes i agilitat al moure cada part del cos.

5.2.7 GROOMING AND FUR

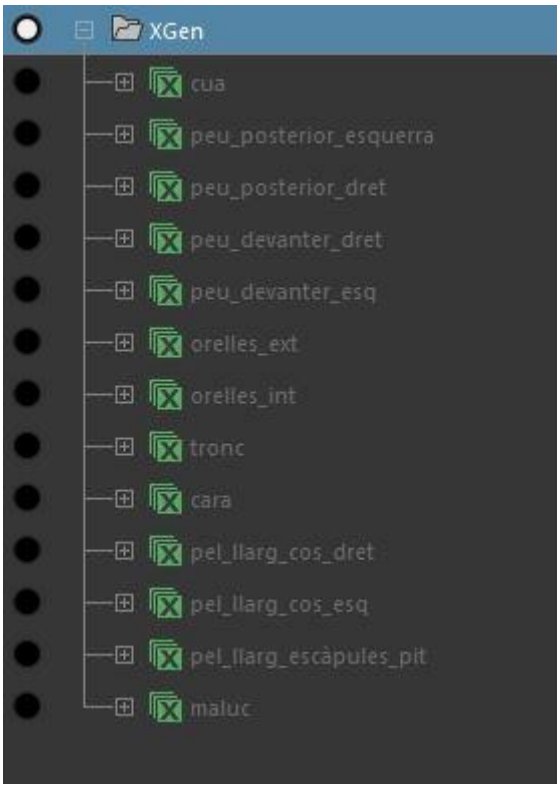
5.2.7.1 CREACIÓ DE PÈLS I PENTINAT

Per tal de realitzar aquest procés he utilitzat les eines de *Xgen* Interactive del software Maya *d'Autodesk*. Es tracta d'una eina que s'utilitza en àmbit professional. És una eina molt potent que té el software Maya i que utilitzen tots els que s'hi dediquen a aquesta especialització en el àmbit CGI. Actualment existeixen nous softwares com el *Houdini* que en una de les últimes actualitzacions van incloure opcions de dinàmiques de pèl, però és un software complex i encara hi ha poca informació sobre aquesta nova eina i he preferit no utilitzar-lo.

El 2018 Maya va treure una nova eina per realitzar el *grooming and fur* anomenada *XGen interactive*. Aquesta eina ofereix resultats similars a l'anterior versió, però és molt més potent en el procés de visualització en el *viewport*, de manera que realitzar facilita el procés de pentinat del model, ja que permet veure a temps real el que estàs realitzant, amb molta més densitat de pèls.

El *XGen* funciona com si fossin capes, de manera que, selecciones la geometria a la qual li vols afegir cabell i el propi software et crea per defecte els fol·licles de cabell i es pot observar la seva forma en el *viewport*. El pèl generat és tractat com a NURBS primitives, permetent seleccionar la quantitat de subdivisions que tenen. Tenen molta mal·leabilitat, ja que al moure un extrem afecta de manera progressiva a tot el NURB. En el cas del projecte, cada pèl te una subdivisió de 4, ja que tampoc necessito de molta flexibilitat en els pèls, gràcies al comportament semblant al *soft selection* de les *NURBS.*

Per tal de formar el pèl, he dividit el model per parts segons les *UV's* creades en el procés de texturització. D'aquesta manera he pogut separar per capes cada una de les zones que tenen diferents tipus de pèls i els he pogut treballar per separat.



Img 5-29: Estructura de capes XGen del projecte

L'estructura de totes les capes creades per fer el grooming del cabell es semblant. Primer de tot, el modificador que he utilitzat com a base de tot el *grooming* ha estat el modificador de *guides*. Aquest modificador genera NURBS noves sobre la superfície de la capa que estem treballant, però genera moltes menys que la quantitat de NURBS de pels. Les *guides* controlen els pèls que tenen al voltant, de manera que al pentinar cada una de les *guides*, es modifiquen els pèls del voltant. D'aquesta manera, només he necessitat de modificar les *guides* per tal de fer el *grooming* del model.

He utilitzat màscares de *scale* i *desnsity*, per modificar els atributs de les *guides*. Les capes de mida i densitat, només permeten posar un valor i aquest afecte sobre totes les *guides*. Per tal de poder tenir diferents valors, el procés és semblant al de *skinning*. En aquest cas es pot generar una màscara en cada una de les capes en la que pots pintar sobre el model de manera que defineixes en una escala de grisos com vols que aquest valor de la capa afecti sobre les *guides* És una eina que he utilitzat principalment a la cara i la cua. Degut a que tenen definits clarament diferents mides i densitats depenent de les zones. En el cas de la cara, la mida del pels de la barbeta són més llargs que els de la resta, i també tenen menys densitat de pels. En canvi, al voltant dels ulls i al voltant de la cara, els pels es van fent més llarg progressivament, mentre s'acosten a les zones on comença el pelatge llarg del lleó.

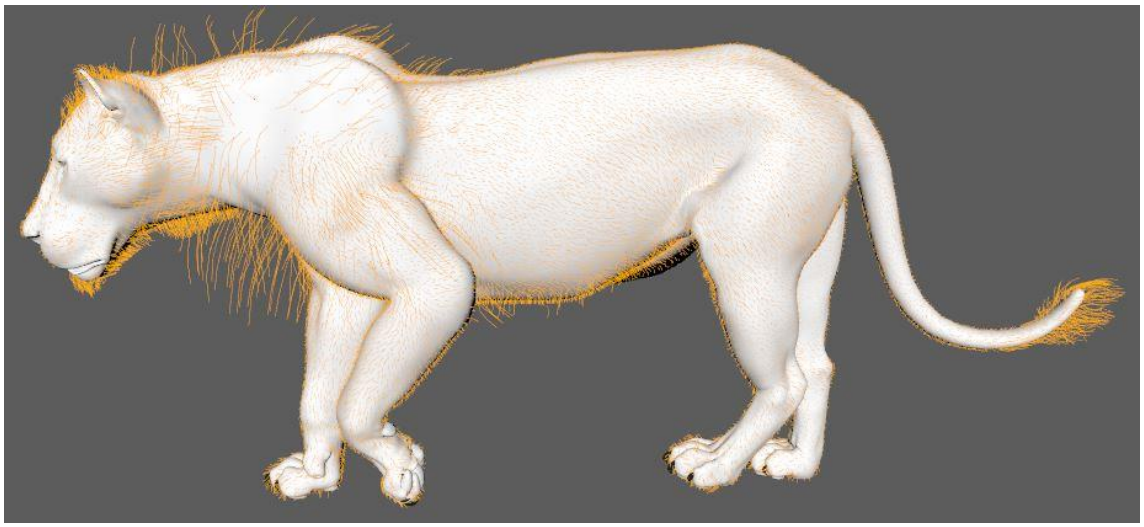
Un cop tenia assignat les diferents mides, densitat i les guies que necessitava en cada part del model, he començat a utilitzar els diferents pinzell de l'eina XGen.

Principalment, el pinzell de *Comb* i el de Moure, que són els que permeten canviar la forma de les guies per tal de aconseguir el pentinat del cabell. També he utilitzat els altres pinzells per situacions específiques del cabell, com el pinzell de *part*, per els pels de la barbeta, ja que estan despentinats.

Img 5-30: Grooming de les guides de la cara del model

Un cop he tingut el cabell pentinat amb la forma que buscava seguint sempre les referències, he utilitzat modificadors de *clump* i de *noise* en totes i cada una de les parts del model. El modificador de *clump* el que permet es ajuntar els pels entre ells, des de la base fins la punta és modificable, de manera que en la base he posat un valor de 1 en el *clump* i en les puntes he posat un valor de 0. D'aquesta manera, el *clump* detecta que la distància en la base dels pèls és la màxima, per tant no els junta, i en les puntes dels pèls les ajunta.

El modificador *noise* l'he aplicat després del modificador *clump*. El *clump* és una eina necessària que han de tenir sempre tots els processos que comportin pèl, però també deixa un resultat exagerat on tots els pels s'ajunten entre ells. Per tal de obtenir un resultat natural, he afegit el modificador *noise* que deforma cada una de les NURBS, cambiant de manera diferent la forma d'aquestes, obtenint un pel més natural, generat per petites diferències de mides i formes, per tal de fer un resultat més real.

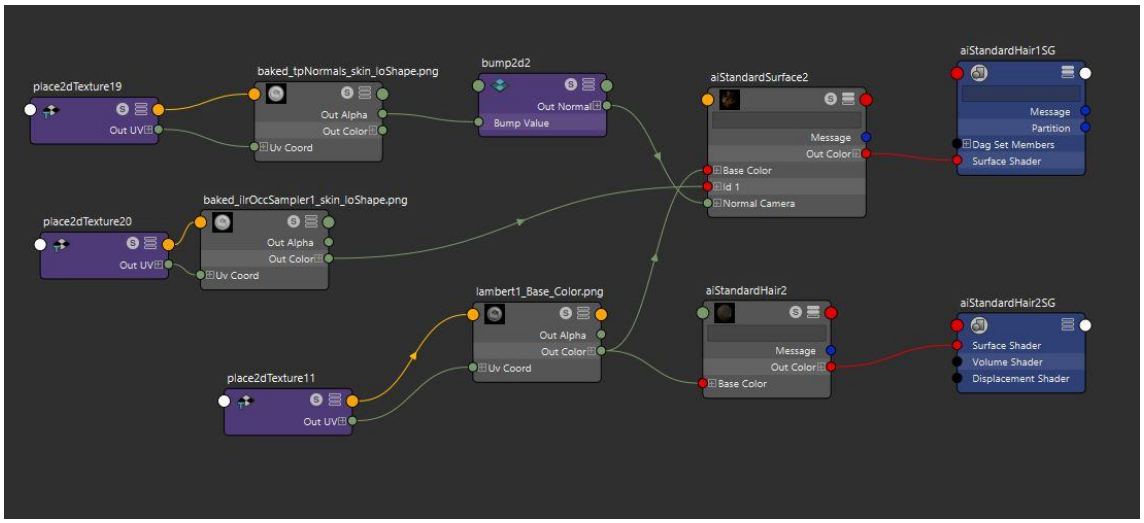


Img 5-31: Grooming de les guides del model

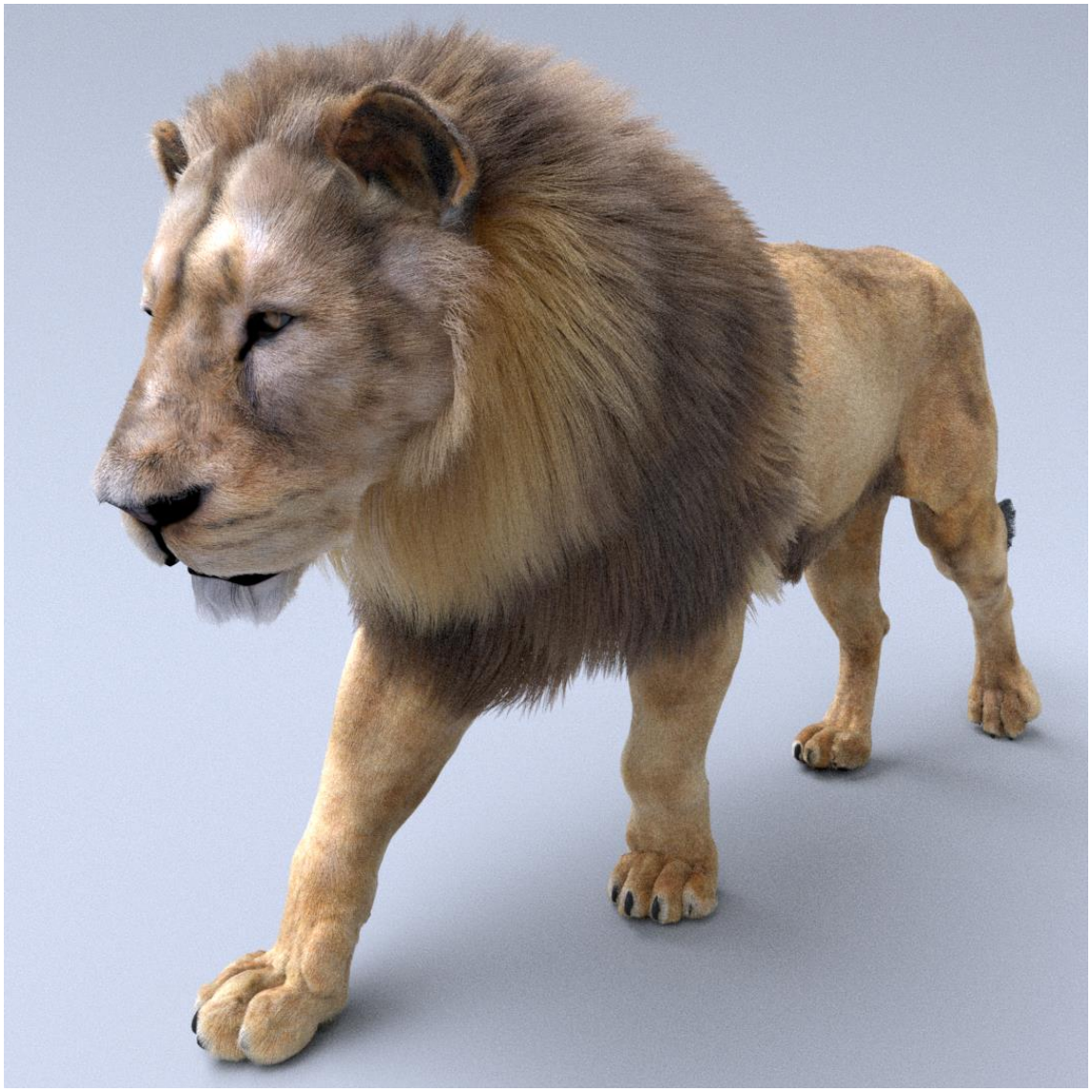
Tant el modificar *clump* com els de *noise*, també el vaig assignar màscares que em permetessin diferenciar els valors de la seva afectació en cada part. En el cas del pel llarg del clatell de l'animal, el comportament del pel al final del cap és molt més suau i menys entrellaçat, de manera que tant el *noise* com el *clump* afecten menys a aquesta part, que en el mig del pel, sobre les escàpules, on aquest té una gran cantitat de *noise* i *clump*.

Finalment, per tal de poder modificar algunes de les parts de manera individual sense haver de tocar les màscares, he utilitzat els altres pinzells de *XGen*, com el pinzell de *clump* i el de *noise*, que permet emfatitzar algunes parts específiques del cabell. D'aquesta manera he pogut trencar amb la homogeneïtat del cabell format per els modificador anteriors. Aquest pinzells els he utilitzat sobre noves capes de escultura, diferent a la creada per les guies, per tal de que si hi havia alguna zona que no m'agradés o que depenent de l'animació no la volgués utilitzar, les podria treure sense afectar al *grooming* del model.

Finalment he assignat els colors de la textures del model, sobre cada una de les capes de *XGen*. Per tal de realitzar-ho, he creat una configuració de *aiStandardHair*, que es tracta del material bàsic de textura de pèl que té Arnold, el qual assignant el *diffuse map* del model, assigna els colors de la geometria, a partir del fol·licle més junt de cada polígon del model.



Img 5-32: Estructura del material assignat al model, amb les textures



Img 5-33: Render del groom acabat

Un cop vaig acabar tota la creació i pentinat dels pèls del model, els vaig animar, adaptant-los a l'animació del model.

Com es tracta de dues animacions controlades, tant el cicle de caminar com el de córrer, on es reprodueixen constantment els mateixos moviment, he decidit crear una animació de pèls per dinàmiques, en contes de manual, que em permeti veure les diferències del comportament del pèl entre les dues animacions.

Les dinàmiques del cabell les he generat a partir de les guies de cada una de les capes creades de *XGen* dividides anteriorment. El propi software Maya, et calcula automàticament la posició de les guies en cada *frame*, depenent del moviment de la geometria del model. El problema és que no té en compte el tipus de pèl, la força del moviment ni la massa del pèl, de manera que s'ha de configurar automàticament el comportament i l'afectació del moviment del model sobre el pèls.

Per tal de realitzar aquesta configuració, el *XGen* genera un atribut sobre cada fol·licle dels pèls, anomenat *Hair sistem*. Aquest atribut et permet tractar de manera diferent cada un dels pèls. Es genera un sistema de pèls per cada una de les capes de *XGen* que vulguem animar. En el cas del meu projecte, només he realitzat animacions a les capes pertanyents al pèls llarg de l'animal, degut a que gran part del cos d'un lleó està envoltat per pèl molt curt el qual es seu moviment en moure el cos és imperceptible.

Tinc un total de 3 capes de *XGen* en les que he aplicat dinàmiques en els pèls. Una capa en la que està realitzat el *grooming* del pèl llarg del lleó, el pèl que es troba al damunt de les escàpules i al pit. Dues capes del pèl que es troba al costat del tronc de l'animal, pèls de color marró fosc, que es són més llarg que la resta i es veuen afectats per el moviment del tronc, el maluc i el pit.

Img 5-34: Fur amb dinàmiques dels pèls llargs del tronc del model

Img 5-35: Fur amb dinàmiques del pèl llarg de l'escàpula i el pit del model

Les dues últimes capes el *Hair System (nHair Dynamic)* esta configurat de la mateixa manera, ja que tenen pèls amb propietats iguals, i el moviment resultant ha de ser el mateix. En el cas del pèl de les escàpules i pit, es tracta d'una densitat i mida molt més gran de pèl, de manera que el seu comportament és més pesat.

Un cop assignat un *Hair sistem* diferent per cada capa, el primer pas que he tingut en compte es que el meu projecte està configurat en centímetres i el hair System per defecte calcula la força i resistència de l'adherència dels fol·licles sobre la superfície de la malla, en valors decimals (metres). En el meu cas, he modificat els valors en escales de 100.

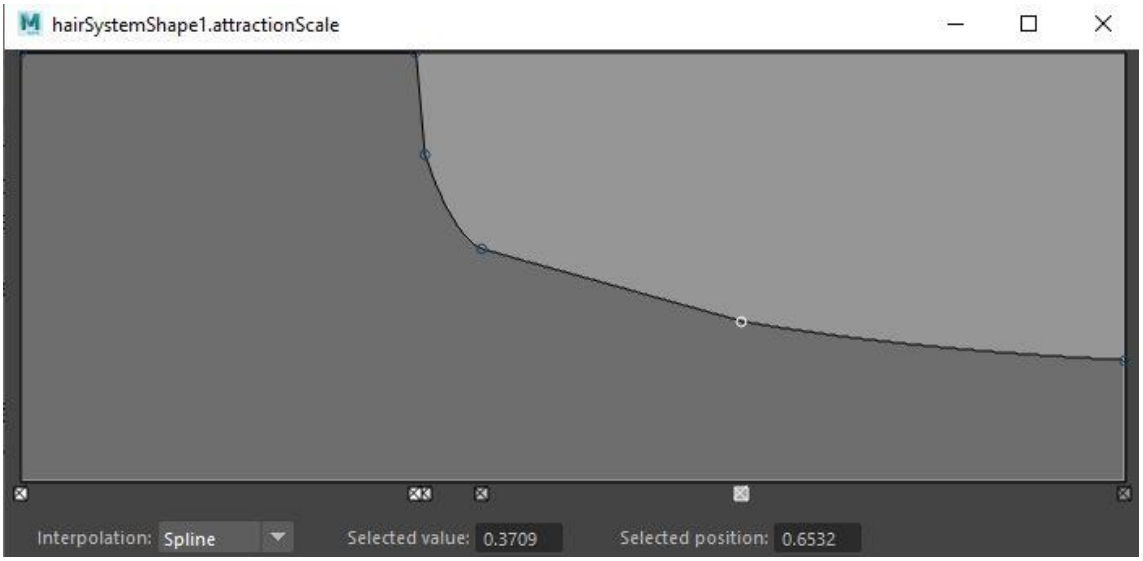
Posteriorment he assignat les forces que afecten sobre cada capa de nHair el moviment del model. Com també estan en valors de 10, les forces també estan en valors decimals de 100, en aquest cas, en valors propers el 0, ja que com més alta sigui la força més afecta al pèl. Els nHair et permeten configurar diferent tipus forces de cada fol·licle, la principal que he modificat ha estat la massa del pèl, que en el cas del pèls del tronc de l'animal és un valor de 0.05. Mentre que en el cas dels pèls de la escàpula i el pit, té valors de 0.08. Amb aquesta

diferència ja es nota que el pes d'aquests pèls és més alt que els de les altres capes.

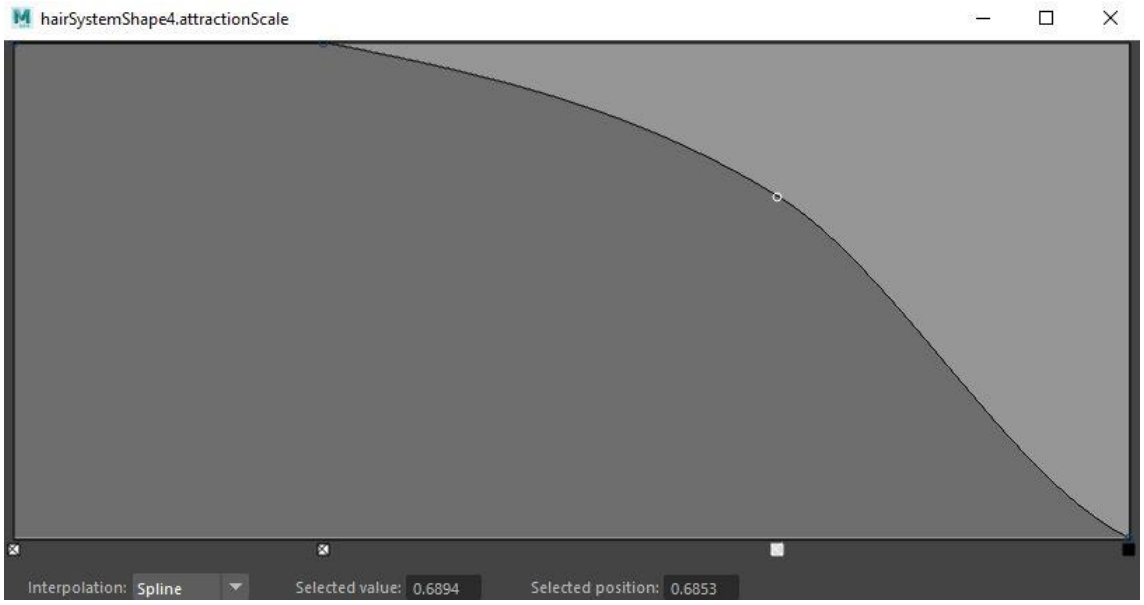
Img 5-36: Valors de les forces de les dinàmiques aplicades al fur del pèl del troc

Un dels valors que he tingut més en compte per tal de configurar el *nHair Dynamic* és el de *Atraction Scale*. Aquets valors defineixen en quin punt de cada NURB vols que comencin a afectar les forces de l'animació del model sobre aquestes. Assignant quin es punt que comença els pèls a animar-se dels *NURBS*, i definint una atracció bàsica del moviment sobre el fol·licles, he modificat la gràfica per cada un del *Hair Sistems*.

Els valors de la gràfica van des l'esquerra que són la base del fol·licles, la qual no volem es vegin afectats, fins els valors de la dreta que sol les puntes de cada pèl. Aquest efecte determina com volem que el moviment del model atregui les puntes dels pèls.



Img 5-38: Gràfica del Atraction Scale del furamb dinàmiques de la escàpula i pit



Img 5-37: Gràfica del Atraction Scale del fur amb dinàmiques del pèls llargs del tronc

(Gràffic Atraction Scale pèls del tronc)

En el cas dels pèls que es situen en la capa *nHair* que afecta als fol·licles de l'escàpula i pit, les puntes dels pèls no tenen tant moviment, degut a que tenen una forta massa i per tal d'afegir sensació de pes, els pèls no s'han de moure amb tanta força com les puntes dels pèls del tronc, que en aquest cas queden penjant del tronc i es veuen molt afectats per el moviment d'aquest.

Finalment, un cop generades les capes per tal de poder fer el render, he necessitat de crear un *cache* amb duració de 200 *frames*, per cada una de les capes, ja que l'animació del model mentre software realitza els càlculs de moviment de tots els pèls en cada *frame*, es impossible de realitzar si no tens un ordinador amb molta potencia de processament.

En aquest cas, per tal de solucionar aquest problema, he generat un cache en cada capa de *XGen* i en les dues animació del model, per tal de poder treballar amb l'escena del Maya.

Img 5-38: Render viewport del groom final amb dinàmiques del model

5.3 POSTPRODUCCIÓ

La postproducció del meu projecte es composa per el procés de il·luminació, càmeres render i edició de cada una de les animacions.

Degut a que la primera animació plantejada en el *story board* no es possible de realitzar-se amb el mateix *rigging* que amb el de les altres animacions he decidit no fer-la. Per tal de poder realçar tot el treball realitzat fins el moment, he realitzat dues escenes de Maya que suposaran dos renders més en el vídeo final. Aquestes dues escenes contenen el model estàtic, una d'elles he afegit el entorn del model, de manera que es pot observa com el model es comporta amb un habitat similar al d'un lleó. L'altre de les escenes he realitzat un *close-up* de la cara del lleó ja que es la part que més temps comporta al fer tant el modelatge com el *grooming* i d'aquesta manera es pot apreciar els detalls afegits durant el procés de realització del projecte. Per tant, el render final, conté dues imatges que mostren el lleó estàtic i les dues animacions de caminar i corre.

Els renders finals de les imatges estàtiques estan plantejades per tal de mostrar el lleó amb un render final, en format imatge, i es reproduiran en el vídeo final.

Les escenes estan plantejades de manera que siguin diferents a les dues animacions de caminar i córrer del model, que em permetin ensenyar els resultats del model en un render estàtic que mostri altres virtuts del projecte. Com respon el model sobre una il·luminació complexa i dins d'un entorn, per tal de veure el resultat a nivell professional obtingut, en els altres processos que no han estat el *rigging* i l'animació.

La primera escena he situat el model al damunt d'un pla on es mostra de fons una un fons amb una il·luminació de cel d'un capvespre. Per tal de realitzar

aquest procés, he utilitzat el *rigging* del model per posar-lo en la posició que volia, un pla amb un *displacement map* assignat, per tal de generar una estructura de terra, i un HDRI que genera una il·luminació realista en la que es pot trobar un lleó real en es seu hàbitat.

El HDRI l'he utilitzat tant de fons de la imatge com per la il·luminació de l'escena. Es tracta d'una imatge de 360º que conté informació de la llum i les ombres d'aquesta, per tant em permet obtenir una imatge de fons d'un paisatge i a la vegada replica sobre el model la il·luminació de la imatge. Es d'aquesta manera que puc comprovar la qualitat del model amb comparació amb un animal real i veure com es comporta en un espai obert i amb la mateixa il·luminació que en la que es pot trobar un lleó en el seu hàbitat.

El model esta posat al damunt d'un pla el qual li he afegit un *displacement map*, que crea geometria a partir d'una imatge. D'aquesta manera el model genera ombra sobre la superfície per tal de veure millor com afecta la il·luminació del HDRI sobre el model.

Img 5-39: Render de l'escena amb HDRI i escenari

El format de la segona escena, no he utilitzar una il·luminació per HDRI, sinó que he fet servir tres àrea light del Arnold Render. El *Arnold* render és una eina de realització de render que va comprar e incorporar *Maya* en el seu software. El Arnold realitza càlculs en el procés de render de manera més ràpida i precisa que el render 2.0 bàsic del Maya. Actualment és el estàndard per els renders. Les dues àrea light formen un triangle, de manera que un enfoca tot el model, amb una exposició de llum feble per tal de veure el contorn de tot el cos. El segon està situat el davant del model i també té una exposició petita. En aquest cas, el àrea light 2, permet veure el frontal de la cara, per poder mostrar tots els detalls.

Finalment el tercer àrea light està situat a la dreta del personatge, té una forta exposició i serveix per generar contrast i donar volum al model.

El resultat del render obtingut serveix per veure amb claredat el resultat obtingut a nivell professional del lleó, on es mostra la qualitat del *grooming*, del model i de les textures aplicades.

Img 5-28: Render del close-up del model

El render tant de l'animació del model caminant, com la de corrents, estan actualment amb un render de *viewport* utilitzant el *Playblast* de Maya, que permet visualitzar l'animació del model creada, acompanyat amb moviment dels pels creats per dinàmiques. Degut a la quantitat de geometria generada per els pèls de l'animal, el temps de render es molt llarg i no es possible tenir el resultat del render per el software Arnold en el moment d'entrega d'aquest projecte.

Les dues escenes d'animació tenen la mateixa estructura, una pla sota el model per poder notar la sensació de suport del lleó sobre les potes i el efecte de pressió sobre aquestes del pes del model.

Per altre banda, la il·luminació de l'escena esta feta amb un HDRI tret d'un estudi, el qual utilitza un àrea light i un reflector que il·lumina tota l'escena. Aquest HDRI d'estudi permet veure tota la forma del model i crea ombra dels pels sobre el cos per veure amb claredat el seu moviment.

He realitzat dos renders del *viewport* de cada una de les animacions, els quals en el render final estaran composats en un vídeo de resolució 1080p. De tal manera que, un dels renders és de 1080 x 1080,per tant amb proporcions 1:1. L'altre render és de 840 x 1080. Els dos vídeos es mostren un al costat de l'altre

en un vídeo editat de duració de 8 segons. Aquest procés està realitzat en les dues escenes.

Finalment un cop ja tenia els renders, he creat el vídeo final del projecte. Assignant a cada render una duració per tal de composar-lo. El vídeo final comença amb el render de la primera escena d'escrita amb una duració de 6 segons. Posteriorment es mostra el vídeo editat del lleó caminant amb una duració de 8 segons i passa a mostrar el vídeo del model corrents amb la mateixa duració. Un cop acabat el vídeo del lleó corrents, he afegit la segona escena del model estàtic descrita anteriorment. La duració total del vídeo final amb les escenes és de 28 segons. Posteriorment s'ha afegit la portada amb una imatge que descriu el nom del alumne, director i centre amb el títol del projecte, amb una duració de 4 segons i els crèdits del projecte amb els agraïments i les escenes descrites.

El render final del treball és susceptible de modificació amb el canvi dels renders de *viewport* de les animacions del model caminant i corrents, per renders realitzats amb el programa *Arnorld*. També de cara a un futur, és probable la creació de nous renders estàtics i en moviment del model, per tal de veure altres parts detallades del model i el seu comportament amb diferents llums de les utilitzades anteriorment.

6. RESULTAT FINAL

El resultat final del projecte es pot valorar com a molt positiu tot i l'elevada quantitat de feina que s'ha hagut de realitzar per arribar-hi.

Tot i el problema de plantejament en la primera animació plantejada, s'ha posat una solució que suposa una millora en el resultat del projecte, ja que permet comprovar millor la qualitat d'aquest. Cal dir que després de tant de temps treballant en el mateix projecte sempre acaben sorgint coses a modificar però tot i això el producte final es pot dir que és molt complet i que amb alguns retocs, podria competir amb treballs elaborats per experts del sector.

https://vimeo.com/434006962

7. CONCLUSIONS I TREBALLS FUTURS

Amb aquest projecte un dels principal objectius era comprovar si realment era capaç d'obtenir un resultat de molta qualitat d'un producte que inicialment semblava molt complex i que requeria de molts processos. I veient com ha funcionat tot el procés el que he aconseguit com a resultat final puc dir que estic molt satisfet de complir aquest objectiu.

Un objectiu tant ambiciós com el que em vaig plantejar per mi servia per forçar-me a esprémer tots els coneixements que tenia sobre el món de modelatge i animació 3D i poder millorar en els àmbits que més m'interessaven.

A l'inici quan vaig plantejar el projecte ja sabia que per aconseguir un novell de alta qualitat, hauria de realitzar tots el processos de creació de manera adequada, ja que qualsevol problema suposaria una efecte de bola de neu i afectaria al resultat final. En aquest cas, he estat capaç de resoldre el principal problema al que em vaig confrontar, al plantejar de manera equivocada les animacions del model. Però vaig poder buscar una solució adequada que no només serviria per arreglar el problema de plantejament, sinó que també m'ha permès ressaltar qualitats del projecte.

Un altre dels motius de crear aquest projecte era per demostrar que sense una gran quantitat de recursos es poden obtenir resultats molt bons i crear productes de bona qualitat. Per una banda puc dir que sí, que amb pocs recursos es pot replicar un resultat com el que s'ha aconseguit. Però per altra banda també puc dir que és complicat, ja que per aconseguir el resultat he aprofitat al màxim totes les eines de les quals disposava, utilitzar tots els coneixements de totes les assignatures realitzades durant la carrera respecte els efectes especials. Incorporant noves tècniques i eines que dificulten el procediment, però milloren els resultats.

Finalment tot i els problemes de temps i les diferents complicacions puc dir que m'ha ajudat molt realitzar un projecte d'aquest tipus des del punt de vista professional, ja que he après a agafar una tasca molt complexa que comporta passos molt diferents i organitzar-me per tal d'anar adequant els processos mirant sempre a obtenir el resultat desitjat. I amb això he aconseguit molta agilitat i molt més coneixement del que tenia com a modelador, animador, *rigger* i *groomer*, per tenir un perfil molt més semblant a un professional especialitzat.

El procés a realitzar un cop acabat el projecte és portar a cap els render de les animacions per tal d'obtenir el resultat més visible de tota la feina feta en el projecte, i tenir la base del meu futur *demo reel*, com a carta de presentació per tal d'entrar dins el món laboral en l'àmbit CGI.

8. BIBLIOGRAFIA

El Rey León (2019) Tráiler Oficial en español. [Online]. [Consulta: 19 Feb 2020]

Disponible: https://www.youtube.com/watch?v=mb79ctR-E-c

"Goldfinger, E, (2004). Animal Anatomy for artists. The Elements of Form, Oxford University Press." *[Online]. [Consulta: del 20 Feb al 15 Juny 2020]*

Disponible:
https://www.academia.edu/8200363/ANIMAL_ANATOMY_FOR_ARTISTS

Maria Panfilova, (2018). Lion Anatomy. *[Online]. [Consulta: 10 Març 2020]*

Disponible: *https://www.artstation.com/artwork/vGG46*

Damien Guineau (2019). Lion King – Modeling Sculpting. [Online]. [Consulta: 13 Març 2020]

Disponible: https://www.artstation.com/artwork/grPPx

Spragna Laurent [LaurentSoragna]. (2011, Maig 3). Male lion stretching in Hlosi, Addo area. [Online]. [Consulta: 10 Abril 2020]

Disponible: https://www.youtube.com/watch?v=LP1WseTMD84

Rivalle, Philippe [philipperivialli]. (2019, Juny 6). Male lion walking. [Online] [Consulta: 13 Abril 2020]

Disponible: https://www.youtube.com/watch?v=U_WjYt6IGc4

BBC. (2014, Abril 4). She's gona EAT me! Hungry lion casses warthog. [Online] [Consulta: 14 Abril 2020]

Disponible: https://www.youtube.com/watch?v=TYe-Au6HXD4

antiCGI (2020, Maig 20). Rigging Advanced Ribbons. [Online] [Consulta: 25 Maig 2020]

Disponible: https://www.youtube.com/watch?v=rCxftP5dLQc&t=736s

Entrevista amb Robert Winter, Framestore [Online] [Consulta: 18 Juny 2020]

Disponible:https://www.artofvfx.com/lady-and-the-tramp-robert-winter-vfx-supervisor-arslan-elver-animation-supervisor-framestore/

Entrevista amb Vincent Frei, MPC [Online] [Consulta: 20 Juny 2020]

Disponible: https://www.artofvfx.com/sonic-the-hedgehog-ged-wright-overall-vfx-supervisor-mpc/

9. ANNEXES

Utilització de **Syncsketch.com** per avaluar vídeos com a referència per les animacions:

https://syncsketch.com/sketch/55533a41d456/

Utilització de HDRI gratuïts de la pàgina **HDRIHaven**.

https://hdrihaven.com/hdris/