



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

MODELADO Y ANIMACIÓN DE UN PERSONAJE MASCULINO 3D

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Ingeniería Técnica en Diseño Industrial



Autor: Jorge Tajada Carbonel

Directora: Dra. Eva Cerezo Bagdasari



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



Departamento de
Informática e
Ingeniería de Sistemas
Universidad Zaragoza

Derechos de autor

Los derechos de autor de la presente obra pertenecen a Jorge Tajada Carbonel y a la Dra. Eva Cerezo del Departamento de Informática e Ingeniería de sistemas de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin el permiso de los autores.

Agradecimientos

A Eva Cerezo por su paciencia, sus consejos y recomendaciones y sobre todo por su tiempo.

A Elisa y a Javier por ayudarme tanto y enseñarme tantas cosas de 3D Studio y Maxine.

A mi familia y amigos y compañeros de carrera por haberme animado y apoyado tras tanto tiempo realizando el proyecto.

1.	Introducción al proyecto.	9
1.1.	Ámbito del proyecto: Grupo GIGA.....	9
1.2.	Tema del proyecto.	10
1.3.	Objetivos del proyecto.....	11
1.3.1.	Objetivo principal.	11
1.3.2.	Objetivos secundarios.	11
2.	Documentación	13
2.1.	Personajes virtuales.....	13
2.1.1.	El modelado	13
2.1.2.	Estructura	17
2.1.3.	Animación	22
2.2.	El motor gráfico Maxine.....	31
2.3.1.	Descripción general	31
2.3.2.	Generación de actores para Maxine	32
2.3.3.	Carga de personajes	33
2.3.4.	Interacción con el usuario	35
2.3.5.	Modelo y aplicaciones de Maxine	36
3.	Trabajo realizado	39
3.1.	Punto de partida: el modelo Dave	39
3.2.	Adaptación del modelo al motor gráfico Maxine	41
3.2.1.	Modificación de la malla.....	41
3.2.2.	Modificación de las texturas	46
3.2.3.	Resumen modificaciones realizadas.....	47

3.3.	Animación del cuerpo	49
3.3.1	Animaciones básicas del cuerpo.....	49
3.3.2	Poses y expresiones del cuerpo.....	59
3.4.	Animación facial.....	74
3.4.1	Construcción de los huesos faciales	74
3.4.2	Emociones faciales.	79
3.4.3	Visemas.....	86
4.	Resultados	91
4.1.	Reconstrucción del modelo	91
4.2.	Animación del cuerpo	92
4.3.	Expresiones y poses	98
4.4.	Visemas	102
5.	Conclusiones y trabajo futuro	103
5.1.	Conclusiones	103
5.2.	Trabajo futuro	104
6.	Bibliografía.....	105
	Anexo 1: Trabajo con <i>Boy</i>	107
	Anexo 2. Desarrollo temporal del proyecto	113
	Anexo 3. Consideraciones generales sobre la creación de modelos para Maxine	115

1. Introducción al proyecto.

1.1. Ámbito del proyecto: Grupo GIGA.

El GIGA Grupo de Informática Gráfica Avanzada, es un grupo de investigación del Departamento de Informática e Ingeniería de sistemas (DIIS) de la Universidad de Zaragoza que realiza tareas en ámbitos diversos como la investigación, la innovación, el desarrollo y la docencia. Nació a comienzos de los 90 de la mano del profesor Francisco Serón y es uno de los grupos fundadores del Instituto de Investigación en ingeniería de Aragón (I3A). A lo largo de estos años ha contribuido a la formación de especialistas y profesionales en el ámbito de la Informática Gráfica y ha participado en numerosos proyectos de transferencia y de colaboración con empresas e instituciones tanto aragonesas como nacionales e internacionales.

El GIGA es un grupo de investigación multidisciplinar cuyo área inicial y fundamental de trabajo ha sido la Simulación Realista de la Iluminación, con el tiempo ha ido diversificando sus áreas de interés y campos de trabajo centrándose también en: realidad virtual y aumentada, simulación de fenómenos naturales, humanos virtuales, animación, fotografía computacional e interacción persona-ordenador.

Este proyecto se enmarca dentro del área de creación y manipulación de humanos virtuales. La representación de humanos virtuales en tiempo real supone un gran esfuerzo de integración de áreas tan diversas como la animación de figuras humanas, la animación facial, el procesamiento de lenguaje natural, el reconocimiento y la síntesis de voz o la comunicación no verbal. En los últimos años el GIGA ha desarrollado Maxine, un potente motor de animación basado en librerías open source, que permite la gestión en tiempo real de escenas y humanos virtuales 3D. Estos humanos virtuales suponen una nueva forma de interacción con el usuario y pueden utilizarse en entornos muy diversos como el aprendizaje, la terapia o el marketing. El propio grupo GIGA lleva unos años trabajando en su uso en aplicaciones de educación y domóticas.

1.2. Tema del proyecto.

El tema de este proyecto es la animación de actores virtuales. Un actor virtual es un personaje humano virtual, la representación de un modelo creado informáticamente y dotado de movimiento y emociones.

Estos actores se pueden clasificar dependiendo del control que se tiene sobre ellos:

- Control directo, el personaje se mueve porque esta conectado a una persona real con sensores que captan su movimiento
- Avatares, control semiautónomo, actores con cierta autonomía, pero su actividad es dirigida por una persona real.
- Agentes, control autónomo, no son controlados por ninguna persona, tienen inteligencia suficiente para funcionar.

Avatares y agentes son muy utilizados para sustituir o representar personas reales, en este caso los avatares representan a las personas reales en esos entornos virtuales y los agentes suelen ser ayudantes en la aplicación. También son utilizados como azafatos virtuales o presentadores. En otros casos se utilizan para estudios de ergonomía, donde al personaje se le asignan unas tareas, este las realiza y posteriormente se analizan los datos obtenidos durante la realización de las mismas.

El modelado de estos actores se realiza en programas especializados, en nuestro caso 3D Studio Max.

Estos actores deben ser animados para que puedan realizar sus tareas y cómo se explicará en la documentación, existen diferentes tipos de animación como animación esquelética o por deformación de malla. En este proyecto toda la animación es de tipo esquelética, tanto la facial como la corporal, como se detallará más adelante.

1.3. Objetivos del proyecto.

A continuación se describen los objetivos del proyecto, así como los requisitos que se deben cumplir.

1.3.1. Objetivo principal.

El objetivo principal del proyecto es crear un personaje 3D masculino para su uso con el motor gráfico Maxine, ya que el grupo solo posee modelos femeninos y de niños. Para el desarrollo de este modelo se seguirán los siguientes pasos:

- Estudio del modelo comercial adquirido.
- Adaptación del modelo para hacer posible la carga y visualización en tiempo real en Maxine. Para reducir el número de polígonos se modificará la malla y se eliminarán las partes ocultas y no necesarias, así como el *rigging*, en caso de ser necesario, y las texturas
- Animación facial: para ello será necesario crear un conjunto de huesos faciales y asociarlos con la malla. Se generarán expresiones emocionales y visemas.
- Creación de una librería poses y animaciones corporales. Las poses y animaciones se generarán desde cero o procederán de la adaptación de capturas de movimiento al nuevo modelo.

Para asegurar la compatibilidad con el sistema Maxine como *software* de modelado y animación se utilizará 3D Studio Max.

1.3.2. Objetivos secundarios.

Se puede destacar como objetivos secundarios:

- Ampliar los conocimientos sobre modelado y animación de personajes 3D y reforzar conocimientos adquiridos en algunas de las asignaturas de la carrera como Diseño Asistido por Ordenador y Composición y Edición de Imágenes.
- Aprender o profundizar en el manejo de herramientas 3D que pueden ser muy útiles en la vida profesional como 3D Studio Max.
- Conocer el trabajo de un grupo universitario de investigación como el GIGA e integrarse en su equipo multidisciplinar.

2. Documentación

2.1. Personajes virtuales.

Un personaje virtual está caracterizado por cuatro aspectos esenciales: la malla que le da forma, las texturas que le dan una apariencia, el esqueleto que lo dota de la capacidad de moverse y la animación que es el movimiento propiamente dicho. Para que un personaje se mueva correctamente la malla y el esqueleto deben estar sincronizados y eso se consigue gracias al *rigging*.

2.1.1. El modelado

El primer paso en el proceso de animación de un personaje, consiste en dotarlo de un cuerpo que pueda animarse adecuadamente. Este cuerpo es la malla (ver imagen 2.1).

La malla es lo que se conoce como aspecto externo, en la vida real sería la piel, envuelve los huesos.

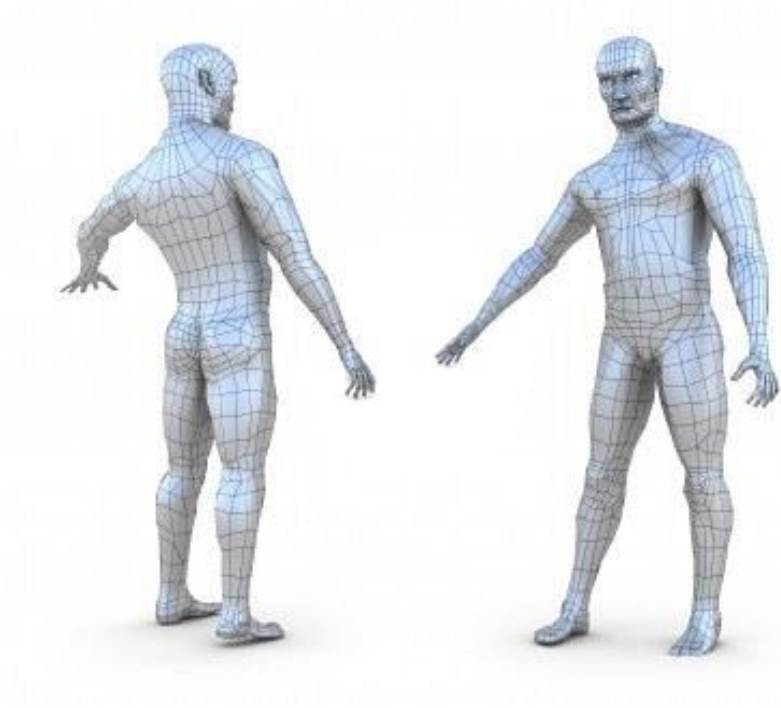


Imagen 2.1. Ejemplo de malla de un hombre virtual

Dicha malla está compuesta por polígonos que se dividen en superficies triangulares delimitadas por aristas que se unen en vértices, ver imagen 2.2. La malla se obtiene tras un proceso de modelado que consiste en la combinación y deformación de figuras geométricas o primitivas básicas con operaciones como extrusión, revolución,...

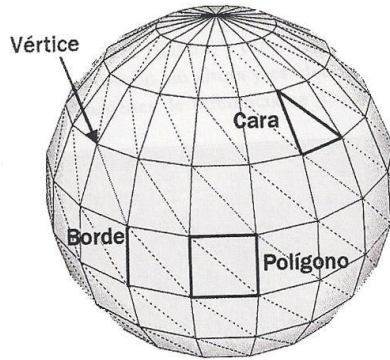


Imagen 2.2. Componentes de la malla de una esfera

La malla se puede generar usando varios métodos:

- **Segmentación:** Las partes del cuerpo se modelan por separado, esto facilita el modelado y también la animación permitiendo usar diferentes tipos de superficies. Por otro lado hay que tener cuidado con las uniones entre las partes, para cubrirlas se suelen utilizar texturas como cinturones o collares y así cubrir dichas uniones.
- **De una sola pieza:** se modelan todas las partes del cuerpo de una sola pieza. Da mejor resultado pero suele ser más costoso. Se pueden modelar partes por separado y luego unirlos mediante uniones modeladas.

En nuestro caso, se utilizan los dos métodos, el cuerpo está formado por una sola pieza pero la ropa está modelada por separado.

Aunque no sea modelado propiamente dicho, darle textura a la malla también forma parte de esta fase de la creación del personaje.

El texturizado define aspectos visuales, como el color o el comportamiento ante la luz, de cada una de las superficies del personaje. Uno de los métodos más utilizados es la colocación de las imágenes sobre las mallas del modelo, esta técnica se llama *mapping*.

Con el editor de materiales de 3D Studio Max (imagen 2.3) se puede modificar cada uno de los materiales de los que se compone el modelo virtual. Cada una de las esferas representa un material que puede ser asignado a una o varias mallas.

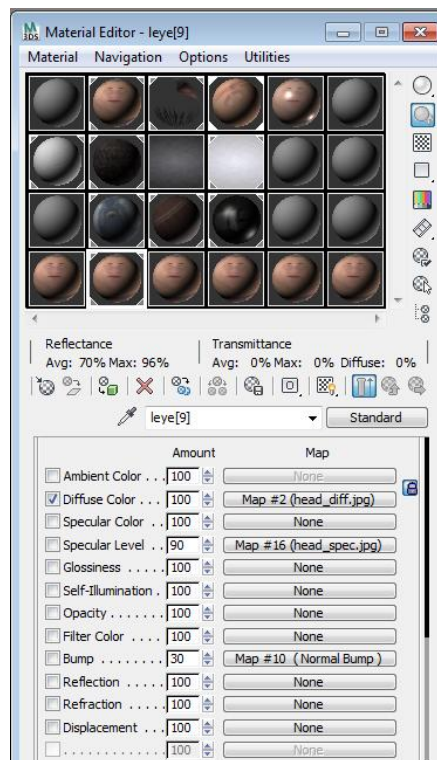


Imagen 2.3 3D Studio Max:
Ejemplo de representación de
los materiales

Los materiales pueden ser desde simples colores hasta mapas de imágenes con distintas texturas (ver imagen 2.4). Para que estos mapas encajen se utiliza la herramienta *Unwrap UVW* que permite superponer una imagen 2D sobre el modelo 3D. La herramienta crea un sistema de coordenadas UV en la imagen que se asocia a las coordenadas XYZ del modelo 3D, así se pueden usar mapas como el de la imagen que posee la textura de las distintas partes de la cara.

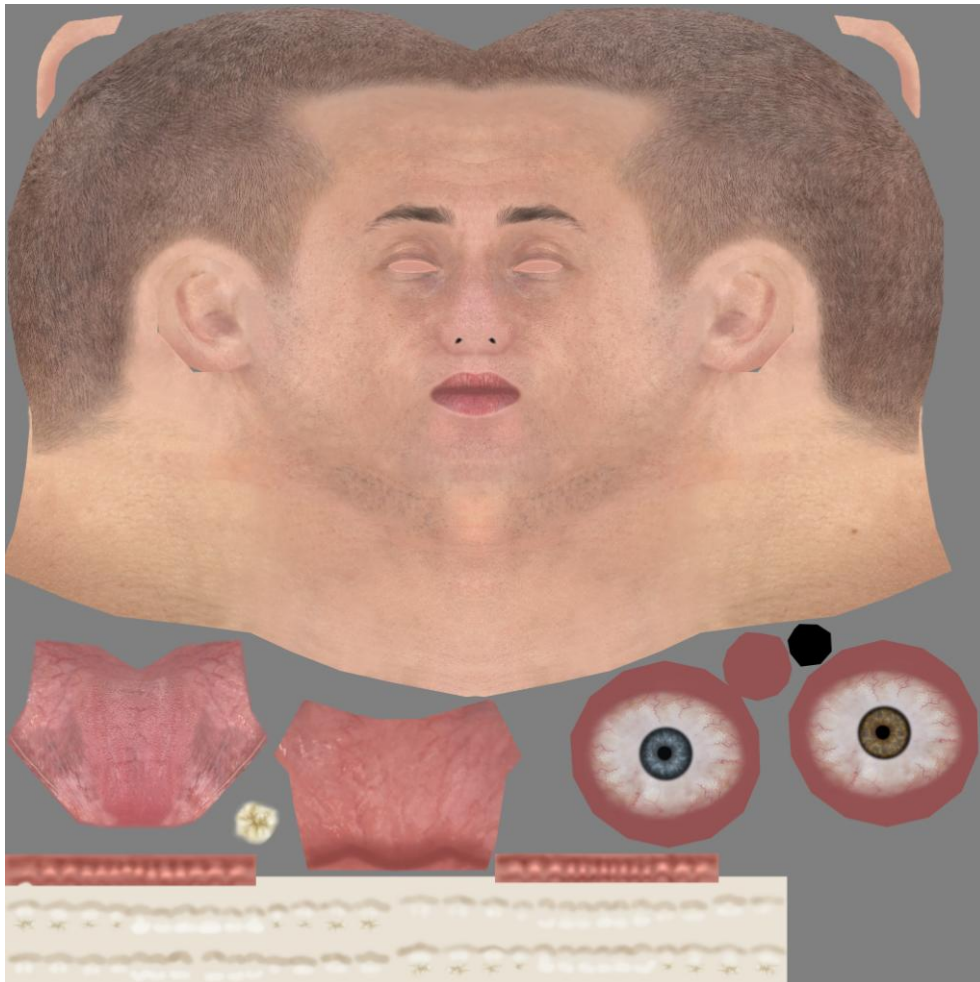


Imagen 2.4 Ejemplo de una textura por coordenadas UV

2.1.2 Estructura

Todo personaje virtual, al igual que uno real, necesita un esqueleto para moverse. El esqueleto está formado por huesos que se vinculan unos a otros de forma que se pueden mover y rotar.

Para crear este esqueleto el software 3D Studio Max ofrece dos formas de crearlos:

- **Hueso a hueso:** Consiste en generar cada hueso manualmente. Con el comando *Create Bone* se van creando uno a uno los huesos de la forma que se desee. Estos huesos creados manualmente se vinculan automáticamente formando una cadena de huesos, se vinculan formando un tipo de vinculación llamado “padre e hijo” en la que el hueso hijo es arrastrado por el movimiento del hueso padre. También se pueden vincular dos o más cadenas para formar una estructura vinculada compleja que formará una jerarquía. La jerarquía es la manera en que establecemos los vínculos entre las partes, normalmente tiene forma de árbol en la que la raíz es la cadera (ver imagen 2.5). Si la jerarquía está bien al mover la raíz se debería mover todo el esqueleto.

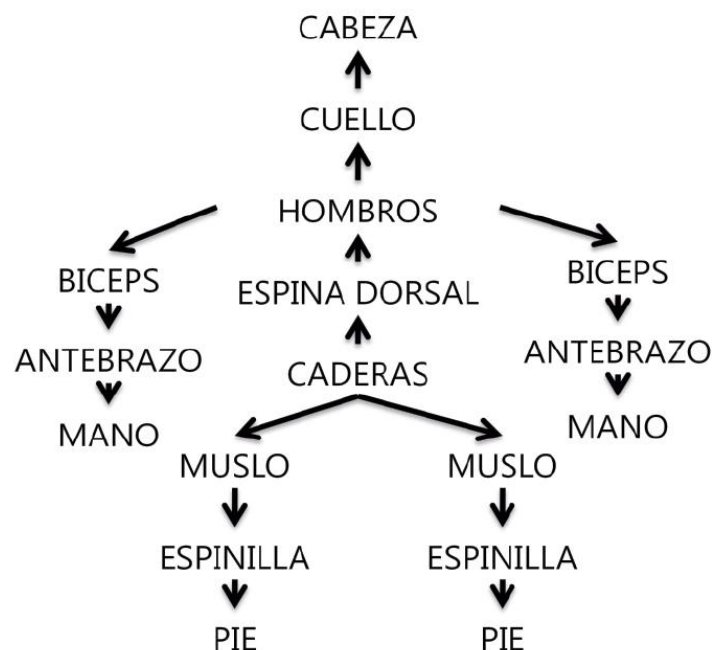


Imagen 2.5. Gráfica de jerarquías, en ella se ven las vinculaciones padre e hijo que debe tener cada hueso

- **Sistema *biped*:** Automáticamente con 3D Studio Max (ver imagen 2.6), se puede crear un esqueleto virtual completo ya vinculado. El programa permite modificar parámetros como sexo y altura para que el bípedo se adapte a las necesidades requeridas.

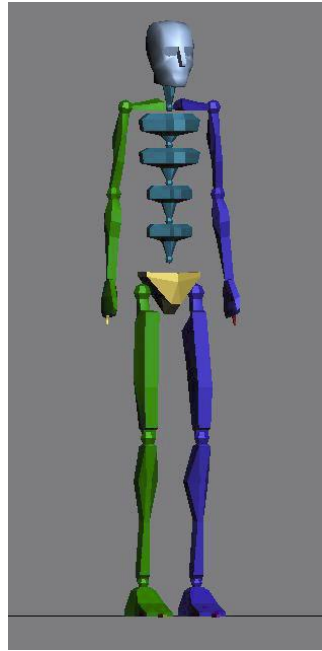


Imagen 2.6. 3D Studio Max: Ejemplo de uno de los esqueletos automáticos Biped

Se suele elegir entre uno de estos dos métodos, pero en algunos casos (como el nuestro) es necesario combinarlos; el *biped* para crear el esqueleto del cuerpo y un esqueleto creado manualmente para la animación facial del personaje, ya que el *biped* no proporciona huesos faciales sino un cráneo completo.

Una vez que se tiene el esqueleto y la malla, el siguiente paso antes de animar el personaje es el *rigging*. Esto consiste en asociar el esqueleto con la malla para que al mover el esqueleto la malla lo haga correctamente, ver imagen 2.7.

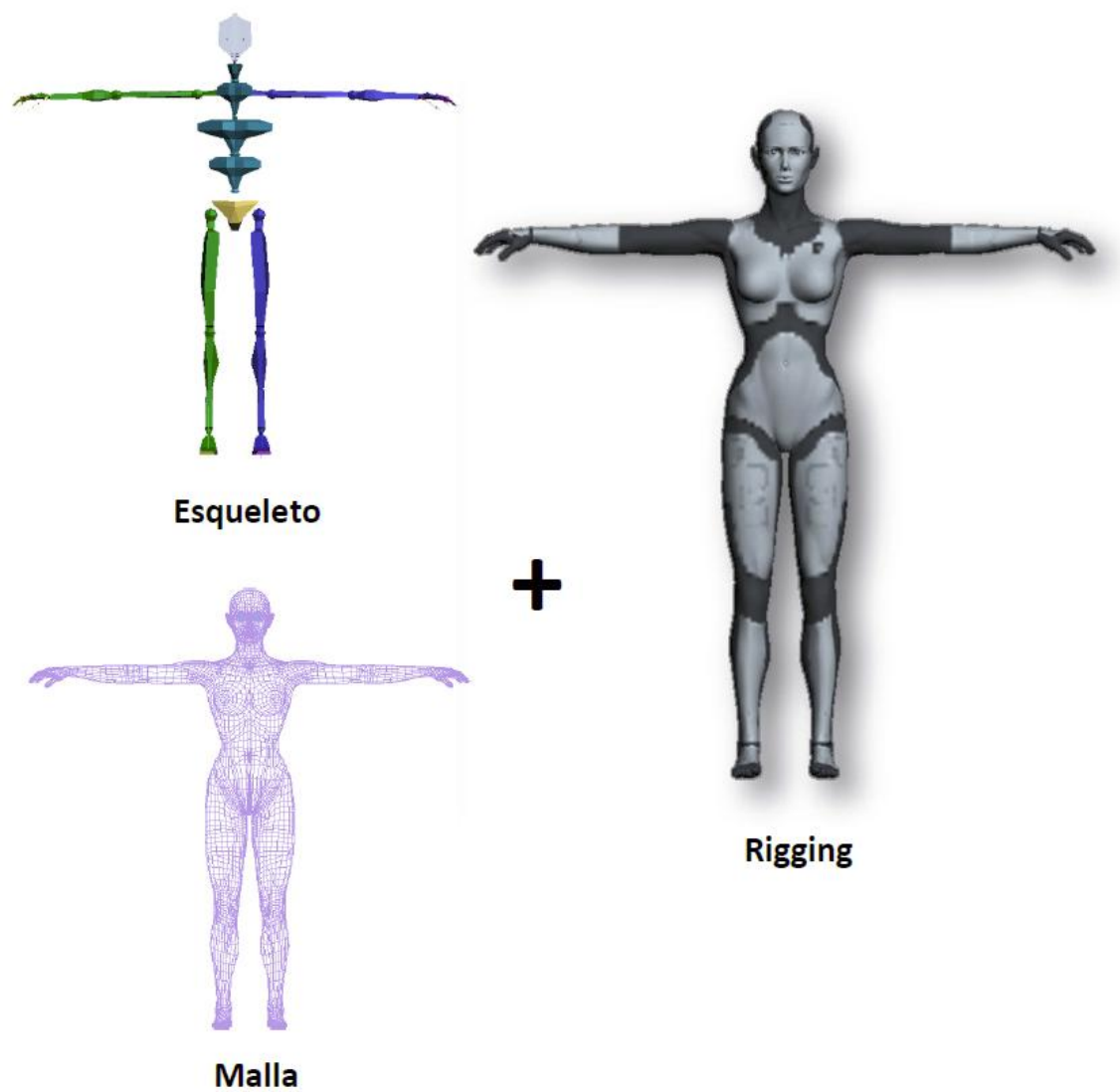


Imagen 2.7. Esquema de creación de un personaje virtual, rigging

Es un proceso costoso ya que hay que asociar uno a uno todos los vértices de la malla a sus correspondientes huesos dándoles un peso relativo que dirá cuan influenciados están por cada hueso.

3D Studio Max dispone de dos técnicas o herramientas: el modificador *skin* y el modificador *physique*.

Skin

Este modificador es sencillo de usar comparado con *physique* y con él se obtienen buenos resultados.

Para realizar la asociación hay que darle a cada vértice de la malla un peso, un valor numérico específico que varía desde 1.0 y 0.0 (valores máximo y mínimo respectivamente) según la influencia que tenga el hueso sobre ellos. Es necesario un retoque manual que hace que sea un proceso al que hay que dedicar mucho tiempo, ya que una malla puede llegar a tener un número muy elevado de vértices (ver imagen 2.8).

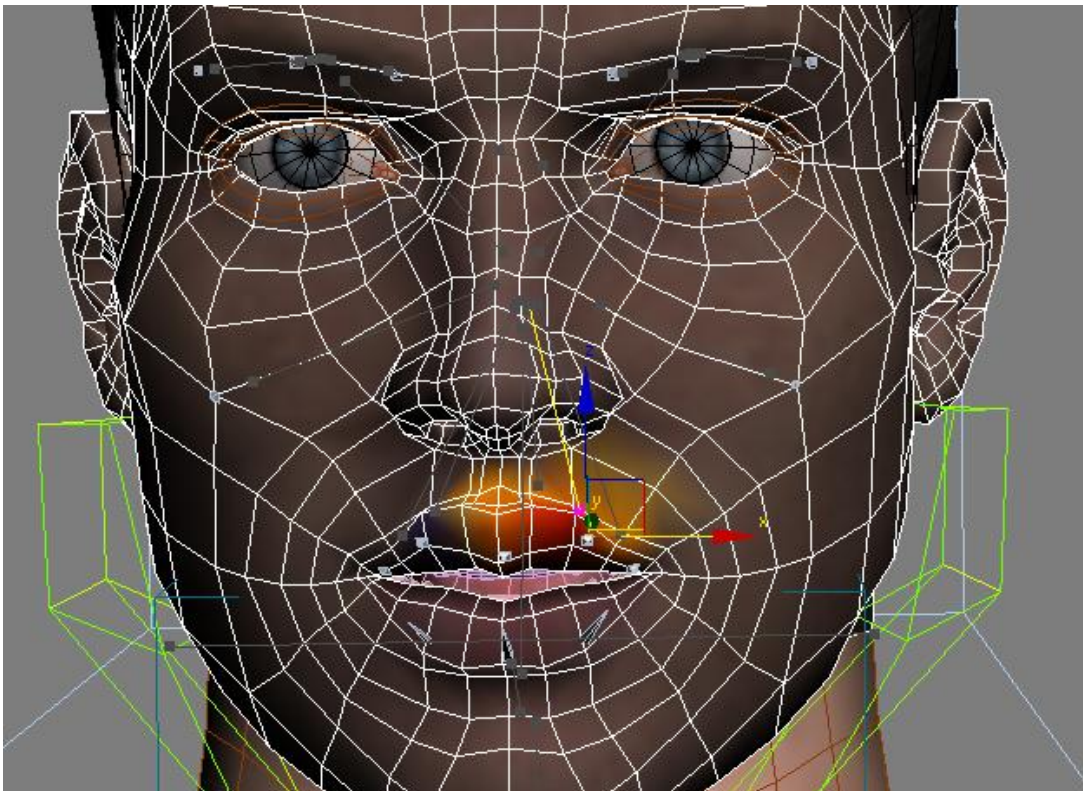


Imagen 2.8. 3D Studio Max. Representación de los pesos por colores en la malla de un personaje

Physique

Es un proceso más complicado que *skin* pero da mejor resultado por lo que suele ser utilizado en modelos más complejos. Este método también trabaja sobre los vértices pero en este caso se asocian usando envoltorios (*envelopes*), ver imagen 2.9.

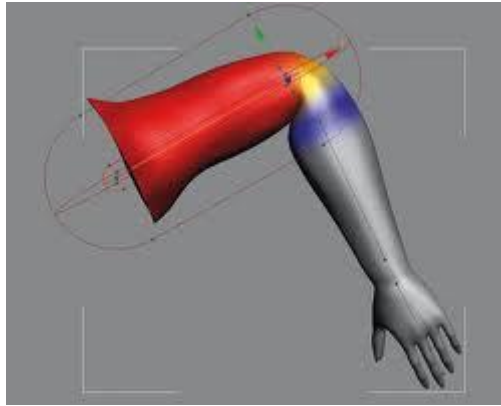


Imagen 2.9 3D Studio Max: Representación del envoltorio y de pesos por colores del Physique en un modelo.

La asignación se realiza en este caso áreas completas de la malla, el envoltorio consta de dos capsulas por cada hueso y a los vértices que quedan dentro de ellas se les da automáticamente un peso relativo; el inconveniente es que esto no da un gran control sobre los pesos y es necesario un retoque manual a posteriori. Una vez utilizado, el modificador muestra el grado de vinculación de cada vértice con una escala de colores, al igual que *skin*.

El gran inconveniente de *Physique* es que da algunos problemas cuando el personaje se usa en otras aplicaciones fuera de *3D Studio Max*. Es por esto que en nuestro caso no ha podido ser utilizado, al ser incompatible con Maxine.

2.1.3 Animación

El movimiento del cuerpo de un personaje proporciona pistas obvias de lo que está haciendo o sintiendo. La animación del cuerpo no solo permite transmitir acción, sino también emoción y actitud.

- **Métodos de animación**

Una vez que se tiene todo el modelo definido toca animarlo, existen dos técnicas de animación, la basada en el movimiento de los huesos y en la deformación de la malla. Hoy en día se utilizan ambas; lo habitual es usar la primera de ellas para el cuerpo y la animación mediante *morpher* para animar la cara.

Animación esquelética

La animación esquelética se basa en la animación del esqueleto al que hemos asignado la malla por lo que al moverlo se deforma o traslada de manera que los vértices siguen sus movimientos.



Imagen 2.10 Esquema de animación por puntos clave

En este tipo de técnica, la animación se crea modificando la posición de los huesos en el tiempo. Solo hay que dar valores de posición y orientación de los huesos en ciertos fotogramas clave o *key frames* (imagen 2.10) el programa interpola los valores de la posición del esqueleto entre los fotogramas clave (suele ser una interpolación lineal).

Animación por deformación de la malla

Es un tipo de animación perfecta para las expresiones faciales y animaciones de hablar de personajes pero no puede ser utilizado cuando el modelo va a ser utilizado en tiempo real.

Esta técnica se basa en la deformación de la malla mediante la manipulación de los vértices de esta. Es necesario crear varias caras con el mismo número de vértices; a estas caras se les llama *morphs targets*, ver un ejemplo en la imagen 2.11.

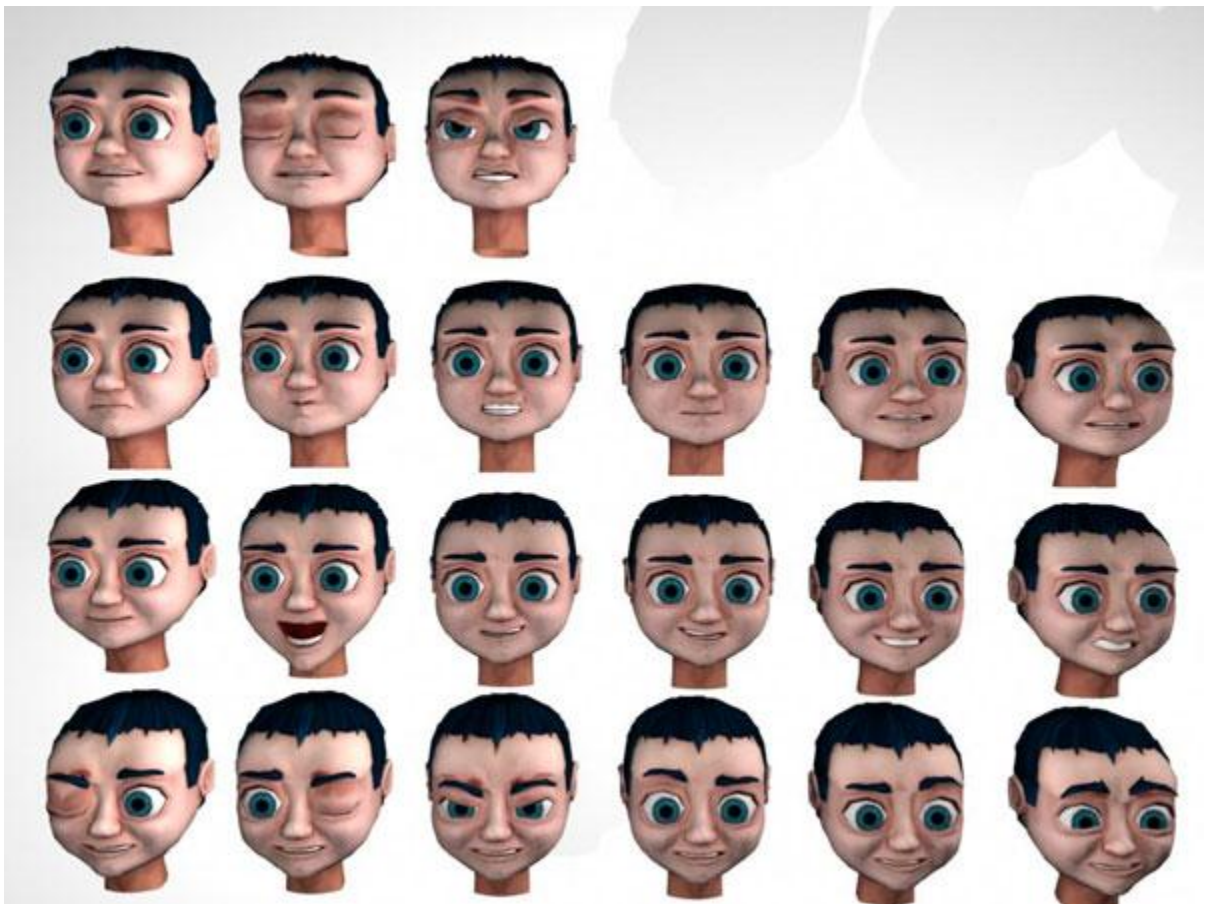


Imagen 2.11 Ejemplo de biblioteca de caras para su uso en animación facial por deformación de malla

También hay que trabajar con *key frames* pero en este caso se cargan las distintas caras y el programa interpola la posición de los vértices del paso de una cara a otra.

En nuestro caso, por requerimiento de Maxine, se va a hacer uso de animación esquelética tanto para el cuerpo como para la cara.

En los personajes se suele trabajar por separado la animación corporal y la facial.

La animación corporal es la referente a cualquier movimiento del cuerpo de personaje exceptuando la cara. La mayoría de estos tipos de movimientos está basado en rotación de los huesos por lo que suele usarse animación esquelética.

En el caso de la animación facial en cuenta de moverse huesos lo que genera los cambios en la cara es el movimiento de músculos (exceptuando la mandíbula) por lo que generalmente se utiliza la animación por deformación de malla.

Además los movimientos de la cara son muy pequeños, se basan en un estado inicial y uno final en el que se muestra la nueva expresión. El resto de valores se deja que los calcule el ordenador generando un resultado bastante bueno.

Para la animación facial son necesarios al menos tres tipos de movimientos para que la animación sea natural: movimiento de cejas que dan mucha expresividad, movimiento de la boca para dotar al modelo de la capacidad de hablar y parpadeo (en nuestro caso no ha sido posible). También se puede añadir movimiento a los pómulos que añaden expresividad.

En la animación facial están incluidas las expresiones y los visemas que dotan al personaje de habla (imagen 2.12).

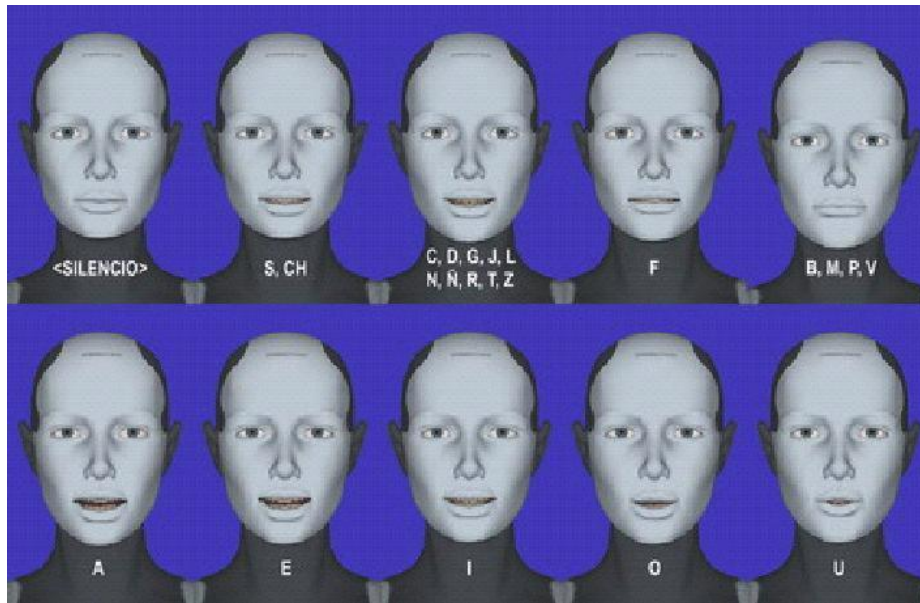


Imagen 2.12 Ejemplo de visemas

- **Animación en 3D Studio Max**

3D Studio Max ofrece herramientas para facilitar la animación de personajes. Cabe destacar la animación con cinemática inversa y la animación mediante huellas de *Character Studio*. Ambas se basan en la animación por *key frames*.

La animación mediante huellas crea unas huellas que simulan los pasos que el personaje va a seguir. Así se pueden crear ciclos de caminar, correr o incluso saltar modificando los parámetros. El único requisito es que el esqueleto debe haber sido creado de forma automática (*biped*).

En la cinemática inversa solamente es necesario indicar la posición del último hueso de la cadena (por ejemplo, una mano) y el ordenador calcula automáticamente la posición del resto de huesos de la cadena (brazo).

Sin embargo la principal fuente de animación corporal para este proyecto ha sido la captura de movimiento.

- **Captura de movimiento**

La captura de movimiento (también llamada motion capture o mocap) es una técnica que permite almacenar los movimientos de manera digital a partir de la grabación de un cuerpo u objeto real en movimiento para su posterior edición o estudio (ver en la imagen 2.13).



Imagen 2.13 Sesión de captura de movimiento

Existen varios tipos de sistemas de captura de movimiento: mecánicos, magnéticos y, como es el caso del que dispone el grupo Giga, ópticos: En los sistemas ópticos una serie de bolitas reflectoras se adhieren al cuerpo del actor estratégicamente situadas (ver imagen 2.17). Gracias a un conjunto de cámaras infrarrojas se pueden seguir el movimiento de cada uno de los reflectores que lleva el actor mientras se realiza la captura, y obtenerla animación 3D.

Las animaciones obtenidas presentan un grado de realismo y riqueza de detalles que es muy difícil de lograr con métodos tradicionales. Sin embargo, esta técnica tiene una desventaja que es el elevado coste de los sistemas de captura.

El Grupo Giga dispone de una librería de capturas de movimiento creadas de otro proyecto anterior, y que han sido utilizadas para la realización de éste. Estas capturas fueron obtenidas con el sistema óptico Vicon del que dispone el I3A.

- **Expresiones del personaje**

Para hablar de emociones la más utilizada es la clasificación de Ekman. Según su clasificación existen seis emociones universales que son alegría, asco, enfado, miedo, sorpresa y tristeza (ver imagen 2.14).



Imagen 2.14 Ejemplo de las seis emociones de Ekman. De arriba abajo y de izquierda a derecha: enfado, miedo, asco, sorpresa, alegría y tristeza

La cara es la principal fuente de expresividad de una persona pero si no está acompañada por una pose del resto del cuerpo pierde bastante fuerza, por lo que es necesaria una expresión corporal para completar la expresión. El trabajo en las expresiones corporales se basa en la diferenciación entre los ángulos de los huesos en unas expresiones y otras. Existen tablas basadas en estudios ergonómicos (tabla 2.1) que determinan los valores de los ángulos para los huesos en las seis emociones básicas.



















Enfado				Giro Cabeza: -20,25 Curvatura de pecho: 20,40 Giro de abdomen: 0 Giro de hombros: -60,-80 Rotación de hombros: -45,90 Giro de codo: 50,110
	90%	50%	36%	
Asco				Giro Cabeza: -20 Curvatura de pecho: -20,0 Giro de abdomen: -25,-50 Giro de hombros: -60,-80 Rotación de hombros: -25,45 Giro de codo: 0,50
	6%	5%	43%	
Miedo				Giro Cabeza: 25,50 Curvatura de pecho: 20,40 Giro de abdomen: 0 Giro de hombros: -60 Rotación de hombros: 45,90 Giro de codo: 50,110
	67%	67%	50%	
Feliz				Giro Cabeza: 0,-20 Curvatura de pecho: 0,-20 Giro de abdomen: 0 Giro de hombros: 0,45 Rotación de hombros: 50 Giro de codo: 0,50
	50%	72%	95%	
Triste				Giro Cabeza: 25,50 Curvatura de pecho: 0,20 Giro de abdomen: 0,-25 Giro de hombros: 0 Rotación de hombros: -60,-80 Giro de codo: 0
	76%	95%	72%	
Sorpresa				Giro Cabeza: 25,50 Curvatura de pecho: -20 Giro de abdomen: 0 Giro de hombros: -25 Rotación de hombros: 50 Giro de codo: 0,50
	22%	71%	27%	

Tabla 2.1 Representación de las seis expresiones del cuerpo, según el estudio ergonómico realizado por Mark Coulson

- **El estándar de animación MPEG-4**

El MPEG -4 es un estándar ISO, desarrollado por MPEG (Moving Picture Experts Group) que contiene a su vez otros estándares con el propósito de unificar diversos tipos de datos como: vídeo, audio, interacción audiovisual, objetos de malla, texturas en objetos, etc

Uno de esos estándares, que contiene el MPEG-4, afecta al modelado y animación de personajes virtuales. Este estándar es el FBA (Facial and Body Animation) que tiene como objetivo la representación efectiva de personas reales y caracteres virtuales que posibilite la comunicación personal. Distingue dos tipos de parámetros según se refiere a la geometría o la animación (imagen 2.15):

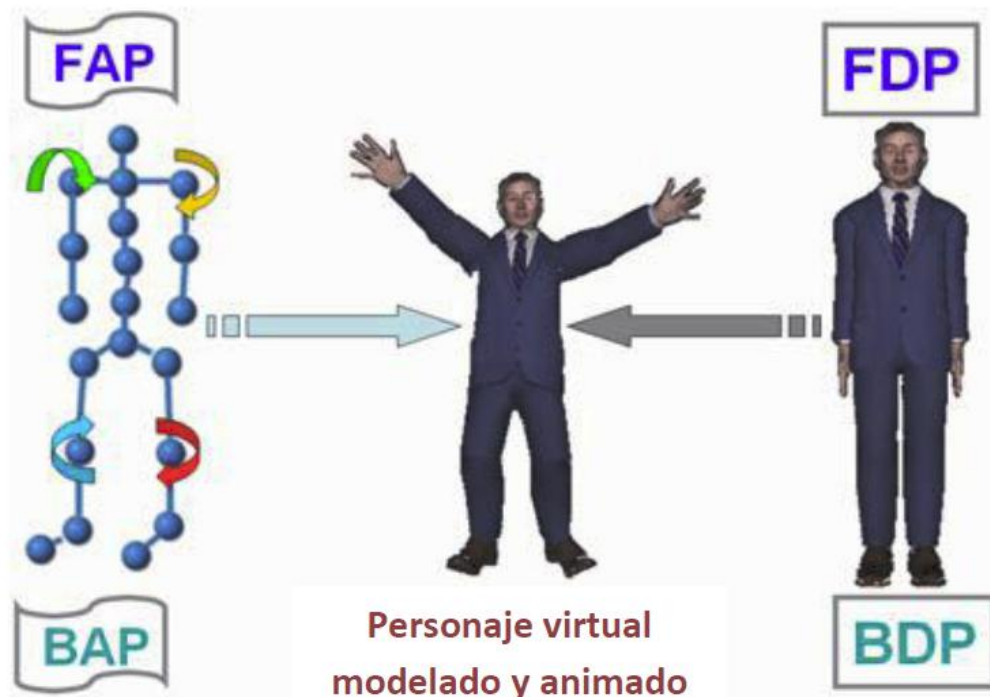


Imagen 2.15 Parámetros del estándar FBA: para la animación (izquierda) y para la geometría (derecha)

El estándar define 84 puntos característicos y establece dos grupos diferenciados de parámetros, facial y corporal.

Sobre las dimensiones y geometría del modelo tiene sus dos especificaciones FDP (Facial Definition Parameters) que afecta al grupo de parámetros faciales forma tamaño y textura del modelo de la cara (ver imagen 2.16); y la BDP (Body Definition Parameters) que afecta al grupo de parámetros corporales dimensiones y tectura.

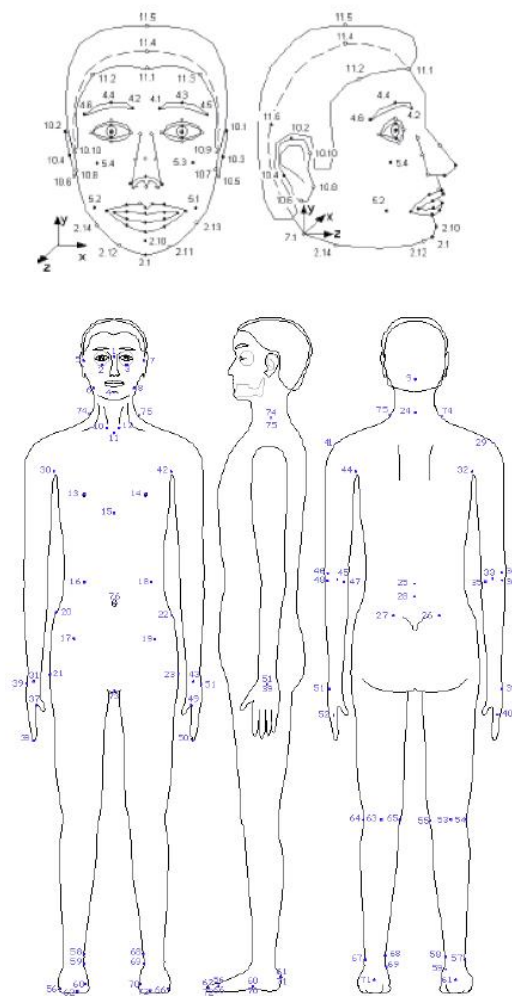


Imagen 2.16 Puntos del estándar MPEG-4. Puntos característicos de definición de cara (arriba) y del cuerpo (abajo)

Sobre las restricciones de las animaciones faciales y corporales establece los parámetros FAP (Facial Animation Parameters) que afecta a las animaciones faciales, representación de expresiones faciales y visemas desplazando los puntos característicos; y la BAP (Body Animation Parameters) que afecta a las animaciones corporales.

2.2 El motor gráfico Maxine

Maxine, como se ha mencionado en la introducción, es un motor para la gestión de entornos virtuales en tiempo real. A continuación se va a explicar con más detalle su funcionamiento con objeto de que se puedan comprender mejor ciertos aspectos del trabajo realizado.

2.3.1 Descripción general

Maxine es un motor gráfico para la generación y gestión de entornos virtuales en tiempo real. Esta aplicación, implementada íntegramente en C++, utiliza diferentes librerías de dominio público y distribución como código libre (ver imagen 2.17) entre ellas *OpenSceneGraph* (OSGWEB), que constituye el núcleo de Maxine.

Maxine permite añadir a los entornos o escenas virtuales un conjunto de elementos, organizados jerárquicamente en el espacio mediante lo que se conoce como grafo de la escena y representarlos gráficamente como por ejemplo: actores, sonidos, imágenes, textos, cámaras, luces... Estos elementos, en tiempo real, pueden modificar sus propiedades y ser animados (ver imagen 2.18).

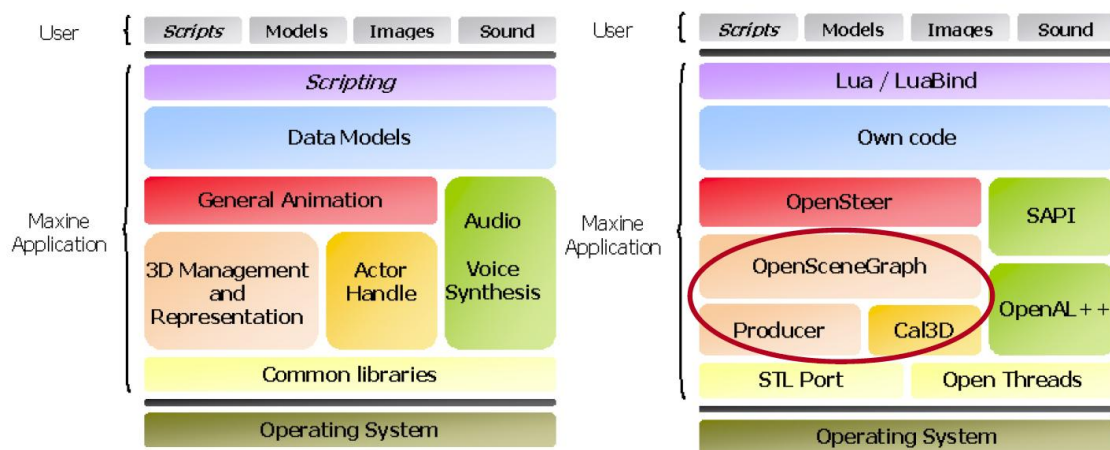


Imagen 2.17 Esquema de las librerías que conforman la aplicación Maxine

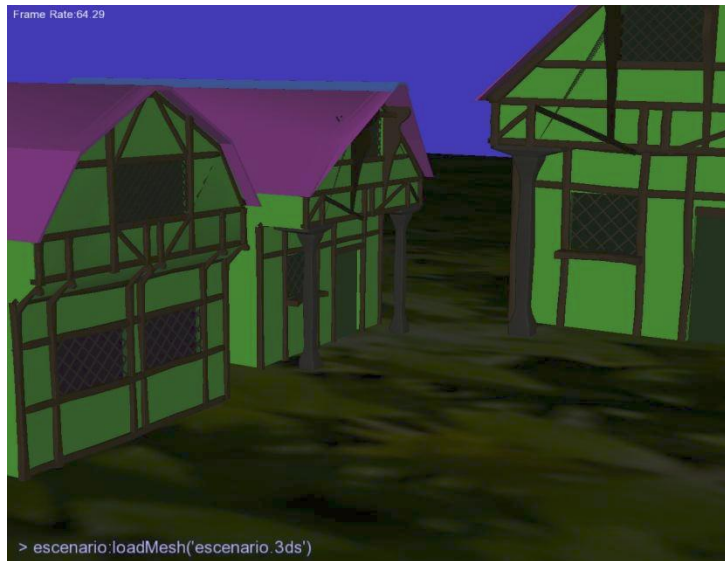


Imagen 2.18 Maxine: Representación de un entorno virtual

2.3.2 Generación de actores para Maxine

Como se ha mencionado antes, Maxine está basado en librerías públicas, en el caso de la animación utiliza la librería Cal3D, que establece su propio formato para definir actores entonces se ha tenido la obligación de utilizar ese formato pero no dispone de herramientas de modelado y animación 3D por lo que se han tenido que utilizar una serie de *plugins* de exportación creados específicamente para algunas aplicaciones de modelado y animación, en nuestro caso 3D Studio Max.

En el esquema de la imagen 2.19 se puede observar el proceso de generación de actores para su uso en la aplicación Maxine. Primero se crea el personaje en 3D Studio Max, donde se modelan y se crean las animaciones del personaje, a continuación se utiliza el plugin de exportación Cal3D, que divide la exportación en varios ficheros de datos separados en esqueleto, mallas, materiales y animaciones; por ultimo se carga en Maxine.

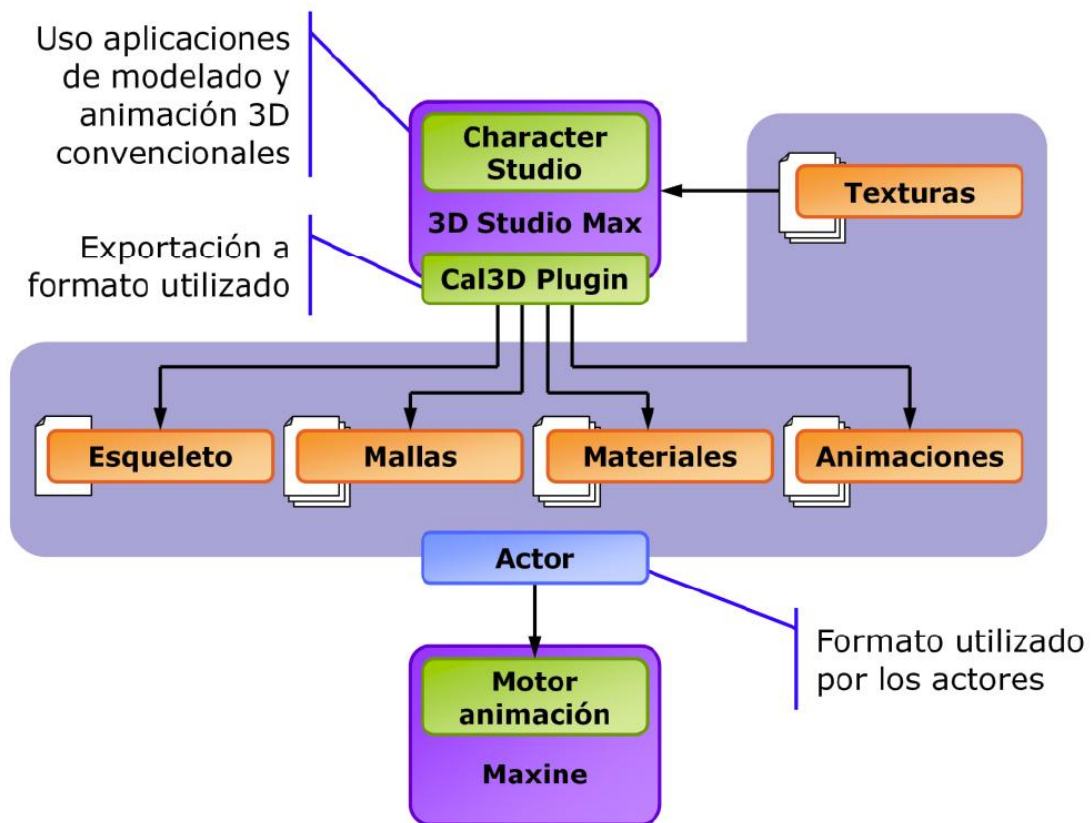
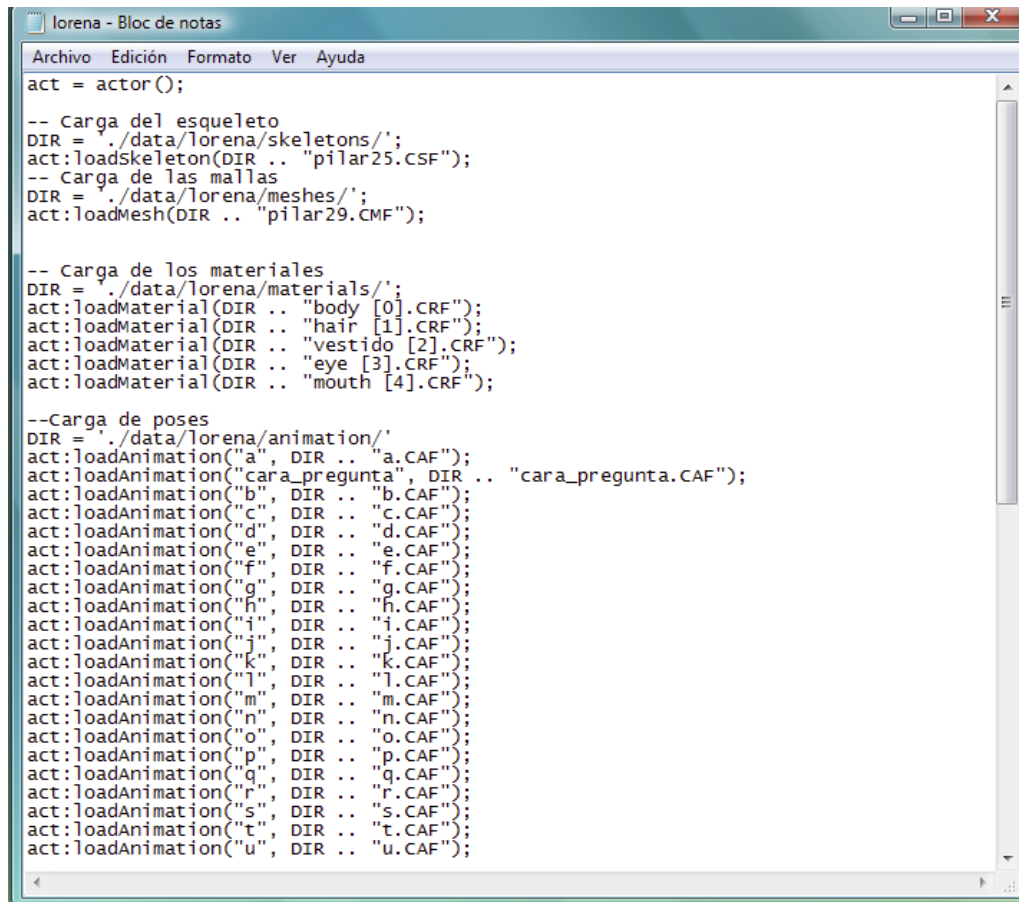


Imagen 2.19 Esquema del proceso de generación de personajes para su uso en Maxine

Dentro de Maxine los actores tienen la capacidad de ejecutar y mezclar animaciones, sintetizar voz en tiempo real a partir de texto escrito, reflejar emociones y la sincronización labial es realizada automáticamente.

2.3.3 Carga de personajes

Una vez que se ha exportado el personaje a Cal3D, es necesaria la generación de un archivo de texto, que almacena todos los datos relativos al personaje (esqueleto, mallas, materiales, animaciones,...). Este fichero de script tiene extensión .lua y su ejecución permite la carga del personaje en Maxine (imagen 2.20)



```
lorena - Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda

act = actor();

-- Carga del esqueleto
DIR = './data/lorena/skeletons/';
act:loadSkeleton(DIR .. "pilar25.CSF");
-- Carga de las mallas
DIR = './data/lorena/meshes/';
act:loadMesh(DIR .. "pilar29.CMF");

-- Carga de los materiales
DIR = './data/lorena/materials/';
act:loadMaterial(DIR .. "body [0].CRF");
act:loadMaterial(DIR .. "hair [1].CRF");
act:loadMaterial(DIR .. "vestido [2].CRF");
act:loadMaterial(DIR .. "eye [3].CRF");
act:loadMaterial(DIR .. "mouth [4].CRF");

--Carga de poses
DIR = './data/lorena/animation/';
act:loadAnimation("a", DIR .. "a.CAF");
act:loadAnimation("cara_pregunta", DIR .. "cara_pregunta.CAF");
act:loadAnimation("b", DIR .. "b.CAF");
act:loadAnimation("c", DIR .. "c.CAF");
act:loadAnimation("d", DIR .. "d.CAF");
act:loadAnimation("e", DIR .. "e.CAF");
act:loadAnimation("f", DIR .. "f.CAF");
act:loadAnimation("g", DIR .. "g.CAF");
act:loadAnimation("h", DIR .. "h.CAF");
act:loadAnimation("i", DIR .. "i.CAF");
act:loadAnimation("j", DIR .. "j.CAF");
act:loadAnimation("k", DIR .. "k.CAF");
act:loadAnimation("l", DIR .. "l.CAF");
act:loadAnimation("m", DIR .. "m.CAF");
act:loadAnimation("n", DIR .. "n.CAF");
act:loadAnimation("o", DIR .. "o.CAF");
act:loadAnimation("p", DIR .. "p.CAF");
act:loadAnimation("q", DIR .. "q.CAF");
act:loadAnimation("r", DIR .. "r.CAF");
act:loadAnimation("s", DIR .. "s.CAF");
act:loadAnimation("t", DIR .. "t.CAF");
act:loadAnimation("u", DIR .. "u.CAF");
```

Imagen 2.20 Ejemplo de un archivo de carga de un personaje en Maxine

Una vez cargado el personaje en Maxine se puede lanzar las animaciones, pararlas y mezclarlas. Para ello se usan comandos en lua, como “startAction”, “stopAction” o “startPose”.

2.3.4 Interacción con el usuario

La interacción del usuario en Maxine se hace a través de dispositivos de entrada y salida que se pueden ver en la imagen 2.21.

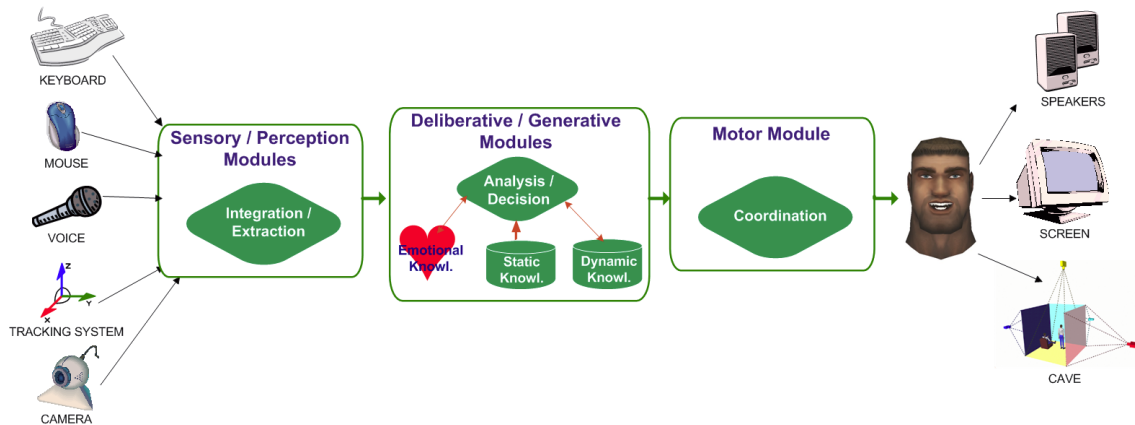


Imagen 2.21 Grafico sobre el funcionamiento de Maxine, y la interacción con el usuario

La carga de objetos, personajes y sus animaciones se hace mediante comandos de texto en tiempo de ejecución (scripts). Estos comandos, en lenguaje *LuaBind*, pueden ser introducidos en cualquier momento por teclado o a través de ficheros de scripts (ver ejemplo en imagen 2.25).

Una vez cargado el personaje el usuario puede interaccionar también con él en lenguaje natural gracias a un reconocedor de voz y a un modulo de conversación desarrollado en Maxine.

2.3.5 Modelo y aplicaciones de Maxine

A continuación se muestran los modelos usados en Maxine y ejemplos de aplicaciones en las que han sido utilizados.

- Max: Cabeza de hombre como tutor en aplicaciones educativas (imagen 2.22).

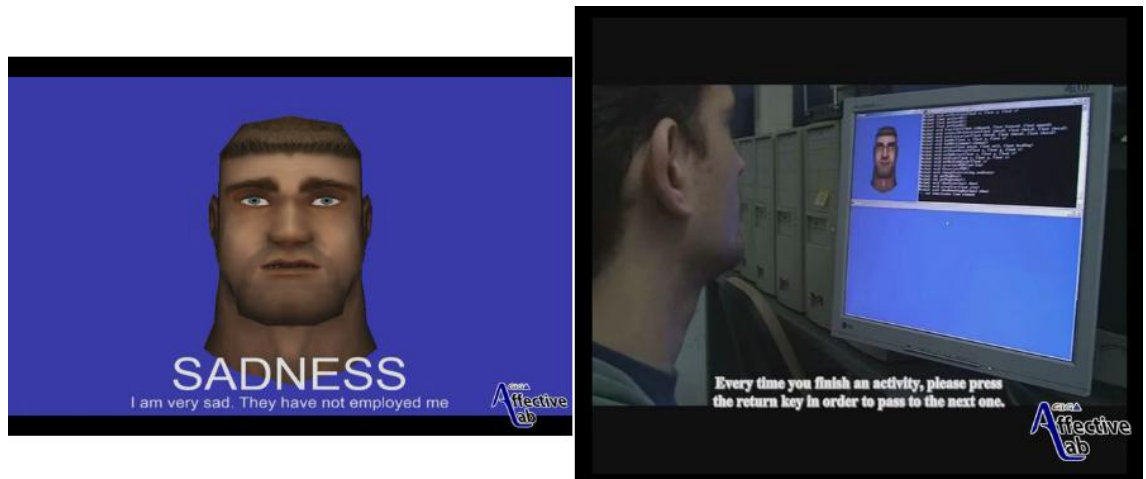


Imagen 2.22 Uso de Max en tutoriales de informática gráfica.

- Maxine: Modelo de una mujer robot que es utilizada presentadora virtual (ver imagen 2.23).

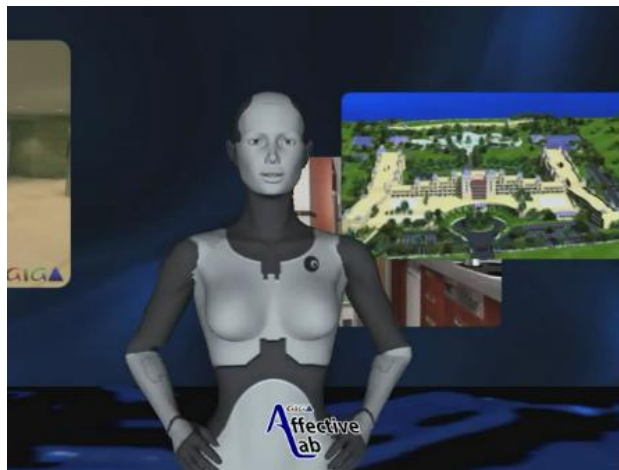


Imagen 2.23 Aplicación del modelo Maxine como presentadora virtual

- Boy: Modelo de niño utilizado como guía en juegos infantiles (ver imagen 2.24).

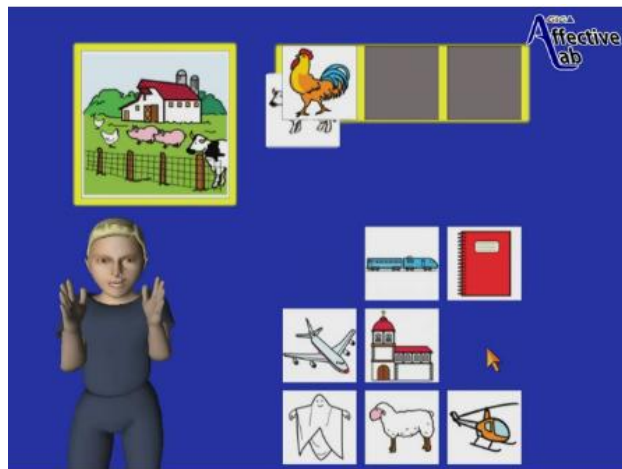


Imagen 2.24 Aplicación educativa para educación especial (modelo Boy)

- Pilar: Modelo femenino utilizado como intérprete de lengua de signos (ver imagen 2.25).



Imagen 2.25 Modelo Pilar usada en la aplicación de traducción de español a LSE (lengua de signos española)

3. Trabajo realizado

3.1. Punto de partida: el modelo Dave

El grupo Giga ya posee otros modelos, como se ha explicado antes, preparados para ser aplicados en Maxine: varios personajes femeninos, niños y una cabeza de un hombre; pero ningún modelo masculino completo. Por eso el grupo adquirió en Internet el modelo Dave.

El modelo Dave original tiene unas especificaciones (ver tabla 3.1) que lo hacen compatible para su trabajo en Maxine.

3D Model Specifications	
Native file format:	3ds Max 9
Product ID:	541270
Published:	Jun 22, 2010
Geometry:	Polygonal Quads/Tris
Polygons:	9,643
Vertices:	10,435
Textures:	Yes
Materials:	Yes
Rigged:	Yes
Animated:	No
UV Mapped:	Yes
Unwrapped UVs:	Yes, non-overlapping

Tabla 3.1 especificaciones del Dave original

El modelo posee varios paquetes de texturas para cambiar su apariencia, tanto su peinado como su vestuario (ver imagen 3.1)



Imagen 3.1 Dave con sus varios vestuarios y peinados

3.2. Adaptación del modelo al motor gráfico Maxine

Lo primero que se hizo fue comprobar el rigging. Para ello, se cargó en el esqueleto *biped* que venía con el modelo unas capturas de movimiento de las bibliotecas del grupo GIGA. Tras comprobar que el rigging corporal estaba bien hecho se exportó y cargó en Maxine.

Antes de empezar a animar el modelo, fue necesaria una prueba de carga en Maxine. Para ello, sabiendo los requisitos que necesita Maxine, como número reducido de polígonos y nada de canal alfa en texturas, se comenzó a simplificar el modelo reduciendo al máximo el número de polígonos.

A continuación se detallan las modificaciones llevadas a cabo para adaptar el modelo.

3.2.1 Modificación de la malla

Inicialmente el modelo tenía las siguientes mallas: cuerpo, pelo, ojo derecho, ojo izquierdo, mandíbula superior, mandíbula inferior, camiseta, pantalón con cinturón y zapatos.

Para reducir el número de polígonos se desactivó el modificador *TurboSmooth*.

Cuerpo

La malla del cuerpo incluía la cabeza, las pestañas y el cuerpo propiamente dicho. El problema surgió con el material asociado a esa malla, ya que era una textura compuesta, así que se dividió la malla en tres las tres partes diferentes (cabeza, pestañas y cuerpo) como se ve en la imagen 3.2

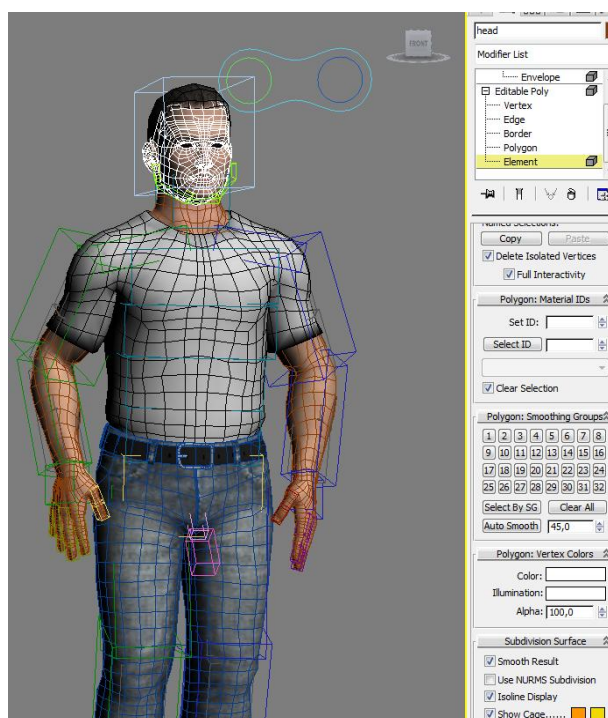


Imagen 3.2 Elemento cara separado del resto del *body*

Posteriormente se eliminaron las partes ocultas del cuerpo, todos los polígonos ocultos por la camiseta, pantalones y zapatos. (Imagen 3.3)

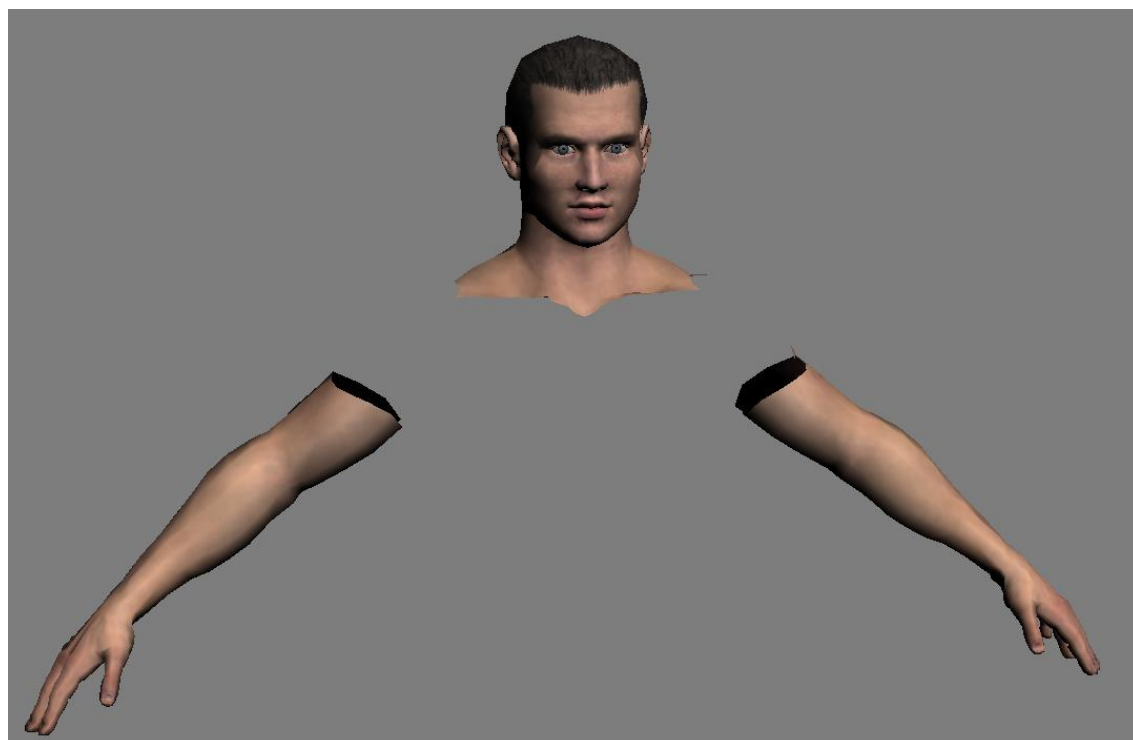


Imagen 3.3 poligonos eliminados

Pelo

El modelo contenía multitud de mallas para combinar distintos atuendos y peinados (imagen 3.4). Se escogió ese peinado (imagen 3.5) por ser el más simple y con un menor número de polígonos.



Imagen 3.4 Peinado desechado



Imagen 3.5 Peinado elegido

Ojos

Los ojos tenían también varios elementos. El material también era de múltiple textura para darle un aspecto más realista. Estaba formado por una capa interior (una esfera) con la textura propia del ojo y una segunda esfera exterior con una textura de brillos y transparencia con canal alfa que no se podía cargar en maxine, al no conocer la existencia de la capa “transparente”, al exportar el ojo, en Maxine se veía completamente blanco y sin textura (la textura del ojo se encontraba en la esfera interior).

Fue muy costoso encontrar ese detalle y al no saber de donde venía el fallo se perdió mucho tiempo exportando.

Mandíbula

La mandíbula aparecían dos mallas diferentes, la superior y la inferior, pero fue necesario subdividirlas en cuatro mallas diferentes por el mismo problema que en los casos anteriores.

Los polígonos de la mandíbula superior estaban subdivididos en encías y dientes y los de la mandíbula inferior en encías y dientes+lengua, como se ve en la imagen 3.6

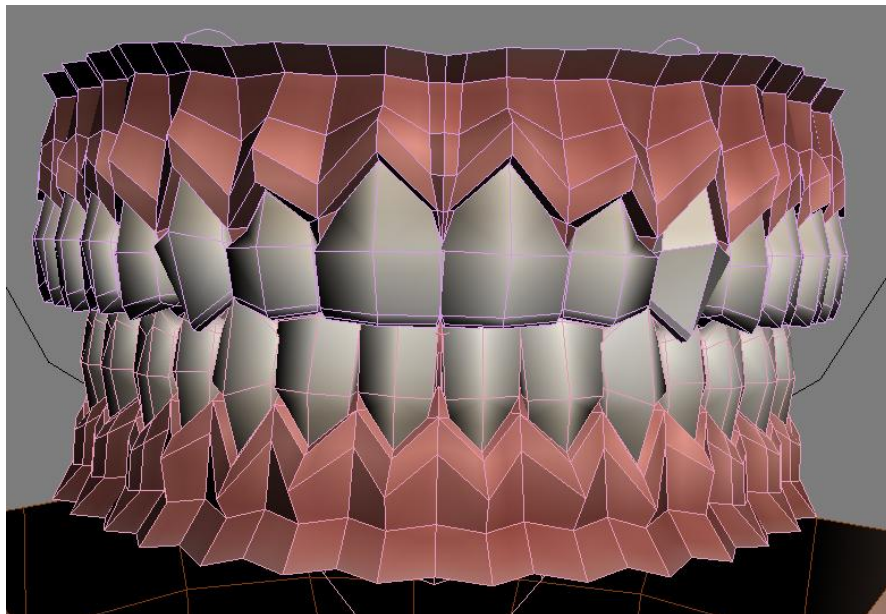


Imagen 3.6 La mandíbula modificada separada en cuatro partes: encías (superior e inferior) y dentaduras (inferior y superior)

Vestuario

Se escogió esta vestimenta (ver imagen 3.7) por ser la que menos polígonos tenía pero sin dejar de ser una apariencia normal: camiseta, vaquero y zapatos.

La malla del pantalón estaba subdividida en vaquero y cinturón, por lo que hubo que separarla en dos mallas diferentes. Tras varias pruebas en Maxine el cinturón fue eliminado del modelo por problemas en la animación.

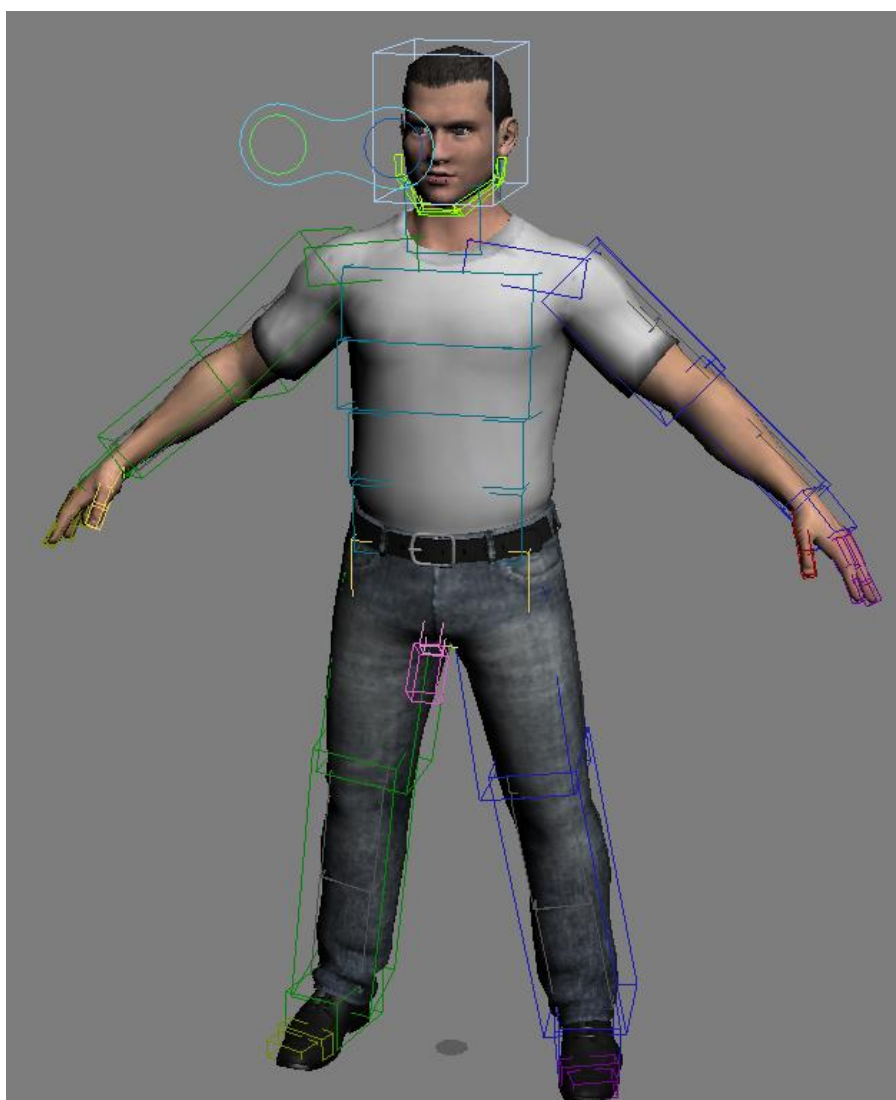


Imagen 3.7 Vestuario elegido para el modelo. Partes como el cinturón no fueron exportados a Maxine

3.2.2 Modificación de las texturas

Las texturas iniciales de Dave no fueron modificadas, lo que fue necesario fue modificar cómo estaban aplicadas a la malla.

En el archivo original solo había cuatro “esferas” de textura, que eran multi-material, para todo el modelo: *body* (cara, pestañas, cuerpo y una capa de brillos), *t-shirt*, *jeans* (vaqueros y cinturón) y *shoes* (ver imagen 3.8).

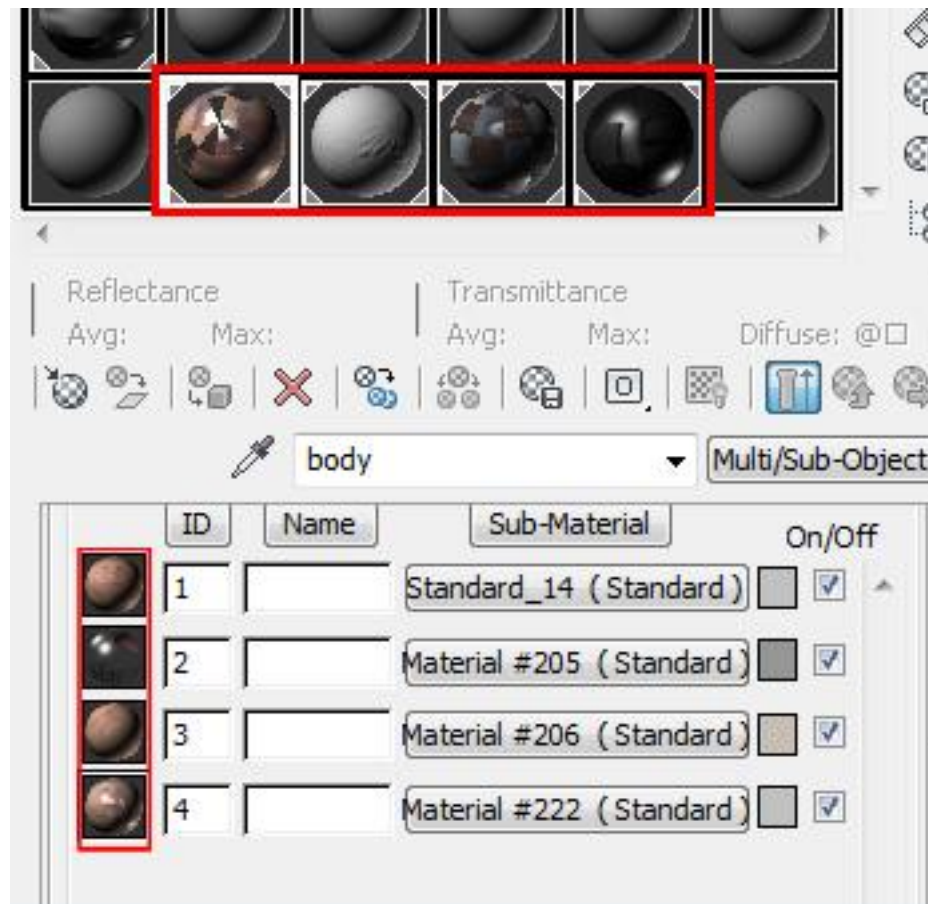


Imagen 3.8 Las cuatro esferas de texturas y, desplegada, la que corresponde a *body*

No se podía exportar texturas compuestas o multi-texturas, por lo que fue necesario descomponer cada uno de estos cuatro elementos en cada malla por separado, como se ve en la imagen 3.9.



Imagen 3.9 Cada una de las texturas aplicada a cada malla: cara, pestañas, cuerpo, camiseta, pelo, vaqueros, cinturón, zapatos, mandíbulas y ojos (son la misma textura que la cara)

Para separar las texturas, una vez dividida la malla a todos sus elementos como se ha explicado anteriormente, solamente había que extraer cada textura de cada malla para poder exportarlas por separado.

3.2.3 Resumen modificaciones realizadas.

En la tabla 3.2 se compara el estado inicial del personaje y las modificaciones hechas sobre el *rigging*, la malla y texturas.

En el apartado siguiente se detalla el trabajo de animación llevado a cabo sobre el modelo.

		Modelo comprado	Modificado en el proyecto	Observaciones
	Huesos cuerpo	Si	Si	Algunos estaban bloqueados
	Huesos en la cara	No	Si	Necesita todos los huesos de la cara y la jerarquía entre ellos
Malla	Cuerpo	Si	Si	Eliminación de caras innecesarias
	Pelo	Si	No	-
	Vestuario	Si	Si	Eliminación de objetos problemáticos
	Ojos y mandíbula	Si	Si	Modificación de malla
Rigging		Si	Si	Corrección de algunos detalles
Texturas	Cuerpo	Si	No	-
	Pelo	Si	Si	Eliminación de transparencias
	Vestuario	Si	No	-
	Ojos y mandíbula	Si	Si	Eliminación de transparencias

Tabla 3.2 Estado inicial del personaje y modificaciones realizadas.

3.3. Animación del cuerpo

El esqueleto *biped* era correcto y el rigging funcionaba correctamente tanto en 3D Max como en *Maxine*, así que se procedió a cargar y probar las capturas de movimiento que se habían grabado con anterioridad y que el Grupo GIGA posee para su uso en *Maxine*.

3.3.1 Animaciones básicas del cuerpo

Las capturas de movimiento habían sido grabadas por una mujer por lo que los movimientos eran demasiado femeninos para un modelo masculino, así que tras cargarlos y probarlos se modificaron para que fueran movimientos más adecuadas al modelo.

Para cargar una captura de movimiento (archivo.bip) hay que seleccionar el esqueleto *biped* y en herramientas de *motion* cargar un *mocap* como se puede observar en la imagen 3.10. Es aconsejable usar la opción de reducir el número de fotogramas clave (imagen 3.11) para que sea más sencilla su modificación.

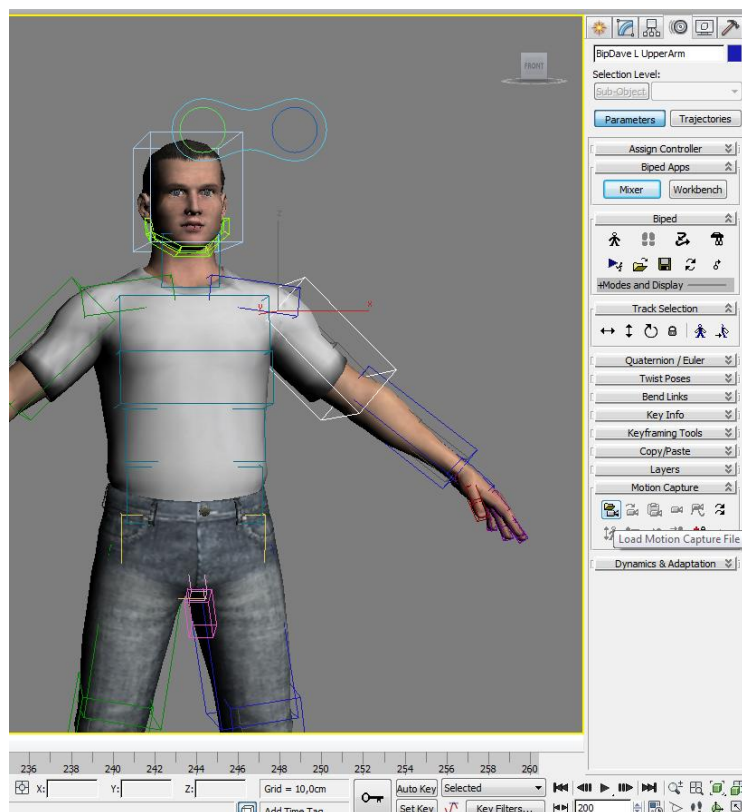


Imagen 3.10 3D Studio Max. Cargando una captura de movimiento

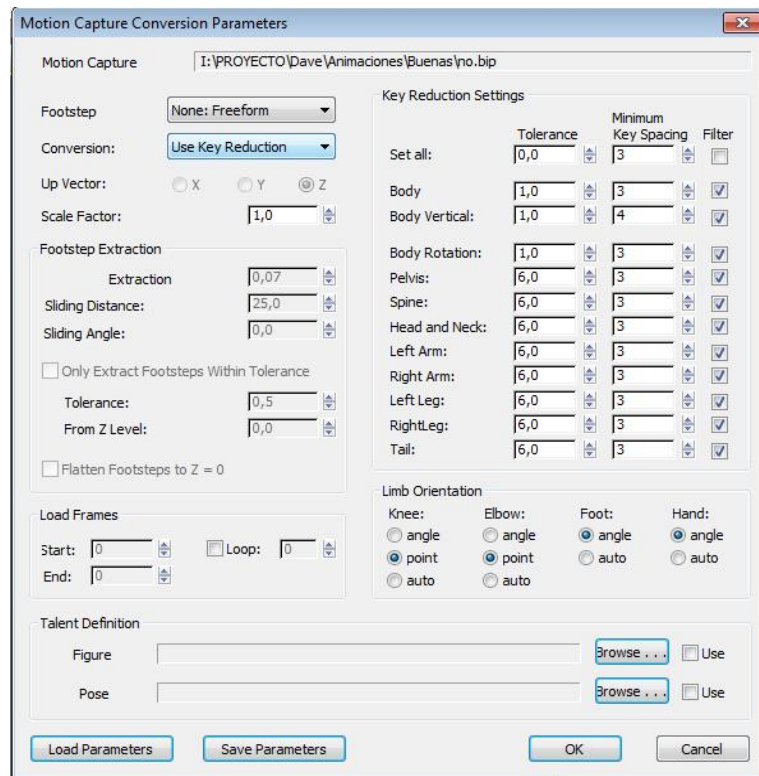


Imagen 3.11 3D Studio Max: Parámetros de conversión de capturas de movimiento.

Gracias a las capturas se han podido generar unos movimientos básicos necesarios para poder utilizar el modelo en aplicaciones diversas.

Las animaciones realizadas son:

- Discurso: El modelo mueve los brazos y la cabeza como para que al “hablar” parezca un movimiento más realista como se muestra en la imagen 3.12. Al estar grabado por una captura de una mujer el movimiento de las manos era demasiado exagerado para un hombre por lo que se modificó la animación en los *frames* en los que las manos no estaban en la posición deseada.

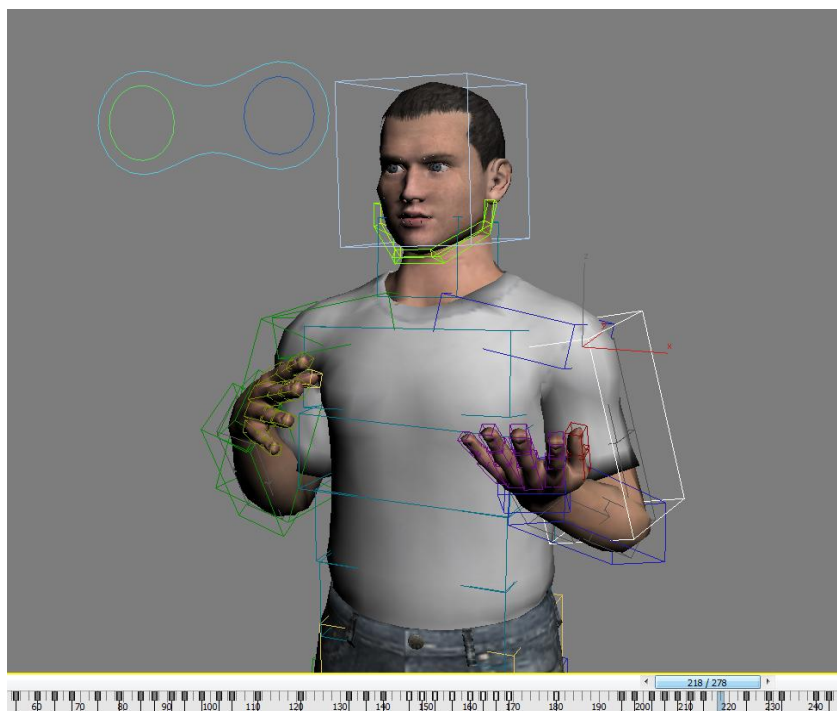


Imagen 3.12 Modelo en posición de discurso (key frames seleccionados en la barra de tiempo)

- Boca: Se creó esta animación con dos objetivos: probar si funcionaba el hueso de la mandíbula que tenía el propio modelo en *maxine* y también fue muy útil para comprobar si las texturas de los dientes y lengua del modelo se habían cargado correctamente en el motor gráfico *maxine*, ver imagen 3.13.

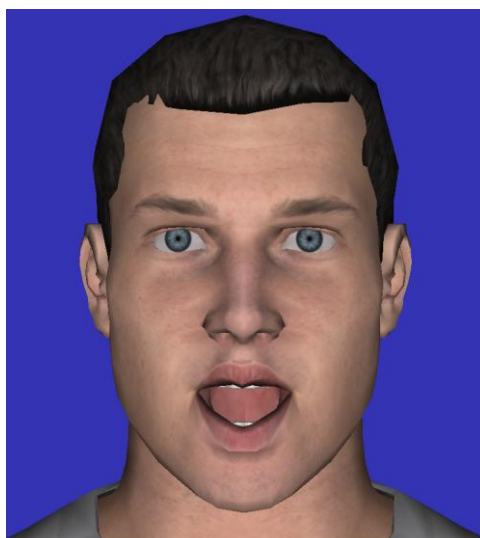


Imagen 3.13 Modelo cargado en Maxine con la boca abierta y las texturas correctas.

- Andar/giros: el modelo camina de lado a lado, como se ve en la imagen 3.14, y gira para volver por su camino y así sucesivamente.

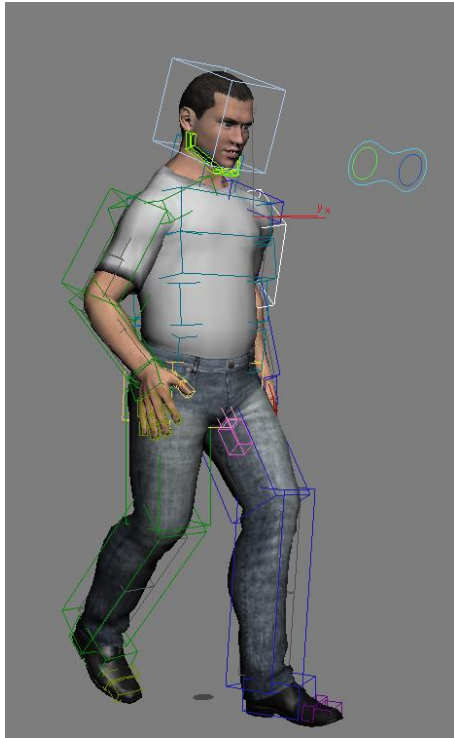
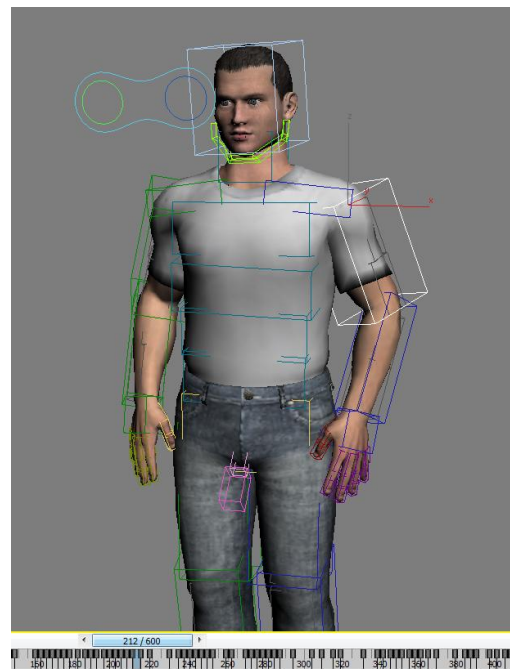


Imagen 3.14 Modelo caminando

- Inactivo: El modelo aparentemente quieto, pero como ocurre en la vida real una persona nunca está completamente quieto: existen pequeños movimientos involuntarios que se realizan sin darse cuenta, como se ve en la imagen 3.15.

Imagen 3.15 Modelo inactivo, muestra pequeñas variaciones de movimientos involuntarios (movimiento de cadera y hombros)



- Despedir: el modelo agita la mano para despedirse, como se ve en la imagen 3.16. Esta captura recordaba demasiado al movimiento de una mujer por lo que se modificaron los *frames* necesarios para hacer el movimiento mas apropiado para un modelo masculino.

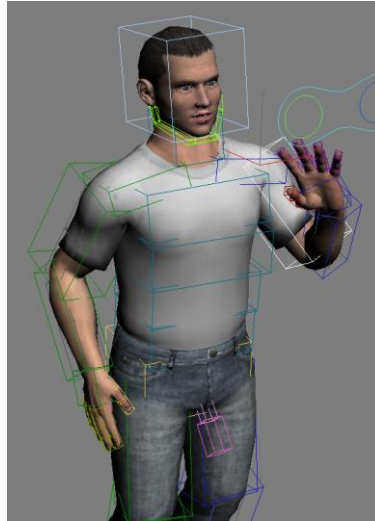


Imagen 3.16 El modelo se despide con la mano

- Duda: el modelo eleva los hombros y mueve la cabeza en señal de duda. Esta captura solo dio un problema en el modelo y era que la zona de los hombros y cuellos se deformaba al levantar los huesos de la clavícula. Para solucionarlo se modificó la animación suavizando el movimiento y disminuyendo la altura de la elevación de los hombros como se observa en la imagen 3.17.

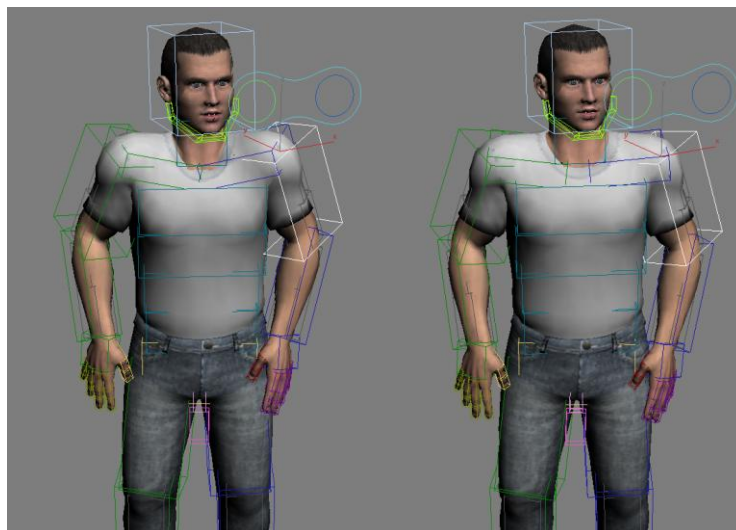


Imagen 3.17 Modelo en postura de duda antes y después de haber modificado la posición de los hombros.

- No: El modelo niega con la cabeza. El resto del cuerpo no permanece completamente inmóvil, no es una animación únicamente del cuerpo hacia arriba, se mueven los brazos como si fuera de forma involuntaria también como se observa en la imagen 3.18.

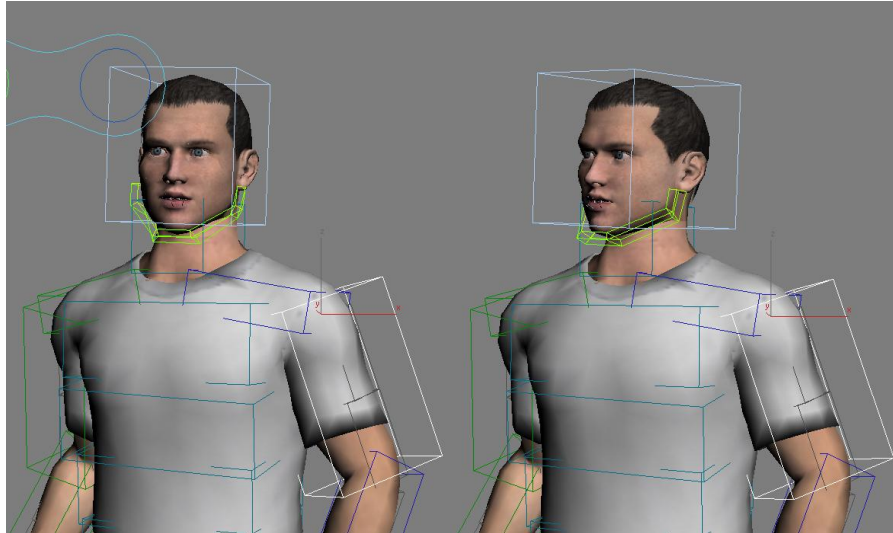


Imagen 3.18 Modelo negando con la cabeza, se puede apreciar pequeños movimientos en los hombros también

- Estornudo: El modelo se tapa la cara con la mano para estornudar y mueve la cabeza al hacerlo. El problema con esta captura fue que el modelo se atravesaba la cara con la mano al estornudar, como se ve en la imagen 3.19, por lo que fue necesario modificar la animación. Se modificó la posición de la mano y se alejó de la cara para que no se chocaran al estornudar (imagen 3.20).

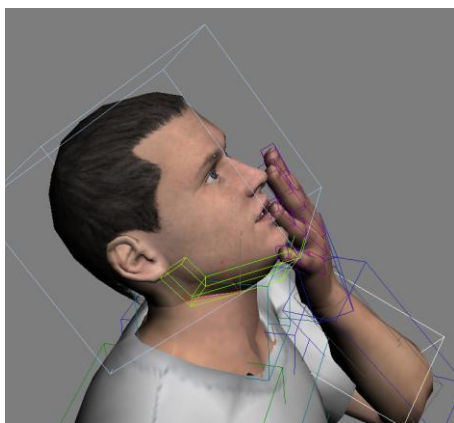


Imagen 3.19 El modelo se atraviesa la cara con la mano al estornudar



Imagen 3.20 La mano se ha alejado para evitar que se atravesase la cara

- Cambio de peso: El modelo, apoyado sobre una pierna, cambia el peso de su cuerpo hacia la otra pierna como se ve en la imagen 3.21. Es un movimiento casi involuntario que se realiza al estar esperando o inactivo y así descansar y estar más relajado.



Imagen 3.21 modelo en varias posiciones con el peso apoyado en ambas piernas

- Brazos detrás: Mueve los brazos y los coloca detrás de la espalda. El problema que surgió con esta animación fue que los brazos se atravesaban por detrás con la espalda y entre ellos, y los dedos de la mano no quedaban bien entrelazados, al ser muy difícil de corregir se optó por separar las manos como se ve en el detalle de la imagen 3.22.

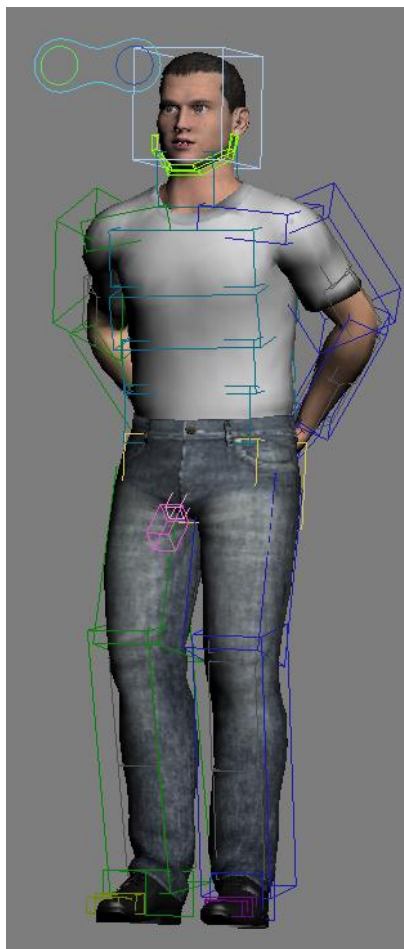
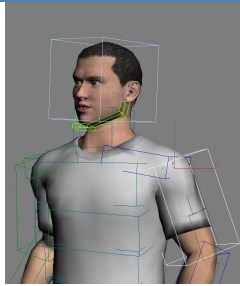


Imagen 3.22 Modelo con las manos en la espalda y detalle de las manos separadas para no atravesarse.



A continuación se muestra una tabla resumen (tabla 3.3) con las animaciones realizadas.

Observaciones		
	Discurso	Animación demasiado femenina
	Caminar	Animación demasiado femenina
	Inactivo	
	Duda	Animación demasiado exagerada
	Despedir	Animación demasiado femenina



No

Animación demasiado exagerada



Estornudo

El modelo se atravesaba



Cambio peso

Animación demasiado femenina



Brazos detrás

El modelo se atravesaba

Tabla 3.3 Resumen de animaciones

3.3.2 Poses y expresiones del cuerpo

Las expresiones del cuerpo que se han realizado son las correspondientes a las seis emociones de Ekman: alegría, tristeza, asco, sorpresa, miedo y enfado; cada una de estas seis expresiones del cuerpo ha sido definida siguiendo el estándar MPEG-4 (ver apartado 2.2.2. estándar de animación) Como ya se ha mencionado en la documentación, existen dos grupos de parámetros que describen el cuerpo: los que hablan de su definición (BDP), y los que hablan de su animación (BAP). Ambos tienen un número elevado de parámetros o puntos característicos, con lo que antes de empezar a animar se estudió como trabajar con los puntos que van a ser utilizados para las emociones corporales y de la correspondencia entre ambos grupos de parámetros (imagen 3.23).

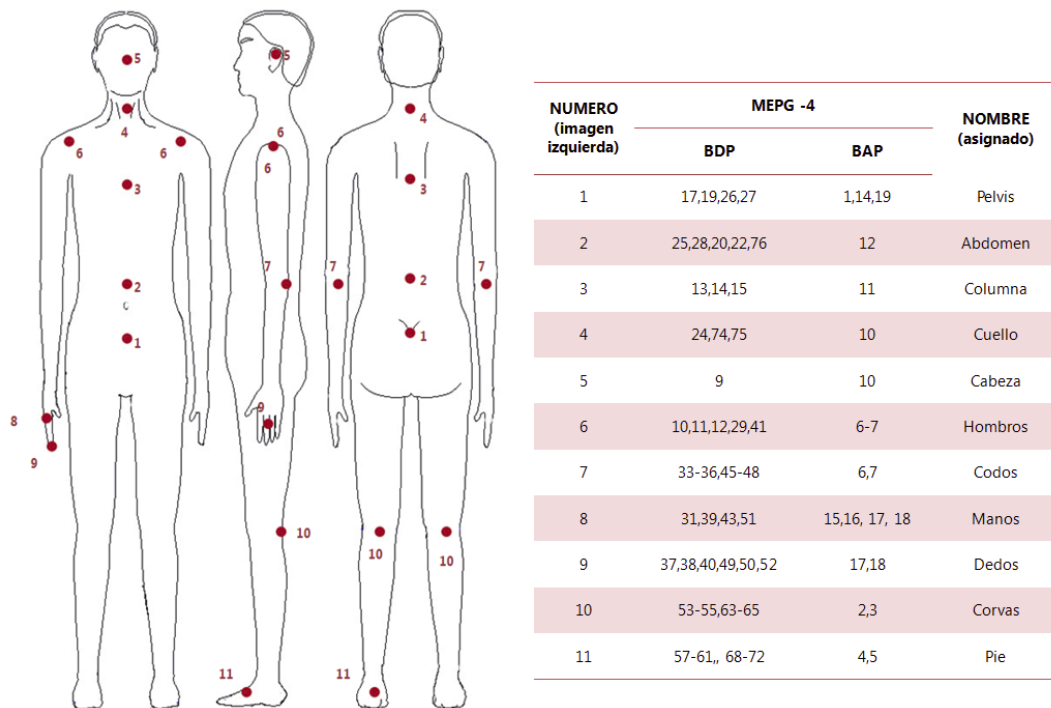


Imagen 3.23 Esquema y tabla del conjunto de puntos del estándar MPEG-4 que se han usado para las expresiones corporales

Para la creación de las poses se partió de tablas de estudios ergonómicos (apartado 2.2.2. estándar de animación). Tales estudios no seguían el estándar MPEG-4 con lo que hubo que “traducirlos”; por otra parte, algunos valores angulares no se diferenciaban demasiado de una emoción a otra o no daban los resultados esperados.

La primera pose que se creó fue la emoción de tristeza; en ella se han colocado los huesos mediante animación esquelética en las posiciones deseadas, haciendo hincapié, en este caso, en los hombros caídos y cabeza cabizbaja que caracteriza esta emoción. Hay que decir que algunos valores como la posición de los dedos no venían en las tablas y hubo que deducirlos. Para reforzar la imagen se creyó conveniente cerrar un poco los dedos como se ve en la imagen 3.24.




Imagen 3.24 Vistas de la emoción corporal tristeza.

Tras precisar o retocar los valores de algún Angulo, se puede observar los valores finales en la tabla que describe la expresión en función del estándar MPEG-4. En ella están los datos de la posición (en grados) de los puntos característicos, para la emoción de tristeza; a los puntos se les ha asignado un nombre presentados en la tabla

3.4. Hay que destacar que, en el caso de la pelvis, el valor también indica la transferencia de peso: así, si el valor es positivo la transferencia de peso del personaje es hacia delante y si es negativo hacia atrás. En el caso de los hombros es importante diferenciar entre la rotación y el giro que son dos parámetros diferentes: la rotación de hombros se entiende como el giro de los hombros tomando como punto de giro uno de los extremos del hueso, (así el valor positivo correspondería a encogerse de hombros). En cambio, el giro de hombros se entiende como el giro del hueso en sí mismo, hacia adelante o hacia atrás (valores positivo y negativo, respectivamente).

En el caso de los puntos nueve y once, no se ha especificado su colocación en grados. Para los dedos, se habla de dedos estirados (mano abierta), dedos encogidos (mano cerrada) o posiciones intermedias. Y en el caso del pie, se trata del desplazamiento del mismo, colocado un paso por delante, por detrás o sin desplazamiento.

Emoción corporal TRISTEZA			
Puntos MPEG-4		Valores	
Pelvis		12-14º	
Spine 4 (Abdomen)		0º	
Spine 3 (Columna)		20º	
Spine 2 (Cuello)		30º	
Spine 1 (Cabeza)		25º	
Right arm 1 & Left arm 1 (hombros)	Rotación *	-20º	
	Giro**	0º	
Right arm 1 & Left arm 1 (codos)	Dcha	30º	
	Izq		
Right arm 2 & Left arm 2 (manos)	Dcha	30º	
	Izq		
Right hand & Left hand (dedos)		Medio cerrados	
Right leg 1 & Left leg 1 (corvas)	Dcha	0º	
	Izq	6º	
Right leg 2 & Left leg 2 (pies)	Dcha	-	
	Izq	Hacia delante	

Nota: Todos estos valores en grados están referidos a las rotaciones de los huesos. Se toman los valores positivos cuando la rotación es hacia delante.

*Es entendida como la rotación de los hombros tomando como punto de giro las clavículas, así se puede rotar hacia arriba (positivo) o hacia abajo (negativo)

**Es el giro del hueso sobre sí mismo, si el giro es hacia delante el valor es positivo.

Tabla 3.4 Descripción de la emoción tristeza en función de los parámetros de MPEG-4

La siguiente emoción generada es el enfado. Se tiene que ver la tensión y la furia contenida, en los brazos doblados y los puños cerrados; se utilizaron varios estudios realizados anteriormente por el grupo y se escogió la pose que se puede apreciar en la imagen 3.25, la más masculina.



Imagen 3.25 Pose final de la emoción enfado

La tabla 3.5 muestra los valores de los grados de libertad que describen la pose de esta emoción.

Emoción corporal ENFADO		
Puntos MPEG-4		Valores
Pelvis		0º
Spine 4 (Abdomen)		0º
Spine 3 (Columna)		14º
Spine 2 (Cuello)		17º
Spine 1 (Cabeza)		8º
Right arm 1 & Left arm 1 (hombros)	Rotación *	6º
	Giro **	45º
Right arm 1 & Left arm 1 (codos)	Dcha	90º
	Izq	80º
Right arm 2 & Left arm 2 (manos)	Dcha	15º
	Izq	
Right hand & Left hand (dedos)		Cerrados
Right leg 1 & Left leg 1 (corvas)	Dcha	0º
	Izq	10º
Right leg 2 & Left leg 2 (pies)	Dcha	-
	Izq	
		Hacia delante



Nota: Todos estos valores en grados están referidos a las rotaciones de los huesos. Se toman los valores positivos cuando la rotación es hacia delante.

*Es entendida como la rotación de los hombros tomando como punto de giro las clavículas, así se puede rotar hacia arriba (positivo) o hacia abajo (negativo)

**Es el giro del hueso sobre sí mismo, si le giro es hacia delante el valor es positivo.


Tabla 3.5 Descripción de la emoción enfado en función de los parámetros de MPEG-4.

Para la emoción de asco se ha tenido en cuenta lo que conlleva una reacción de repulsión: peso hacia atrás del cuerpo, giro de cadera, las manos por delante del cuerpo a modo de barrera... en este caso se han seguido los valores dados de los estudios ergonómicos (apartado 2.2.2. estándar de animación) pero, al igual que ocurría con la emoción de tristeza no dan valores para manos y dedos. Como la colocación de los brazos está a modo barrera, se han colocado las manos acorde a ellos, con los dedos extendidos y las palmas abiertas (la imagen 3.26).



Imagen 3.26 Emoción de asco. Muestra aversión echándose hacia atrás, girando la cabeza y utilizando sus brazos como barrera.

Los valores de los grados de libertad se muestran en la tabla 3.6

Emoción corporal ASCO			
Puntos MPEG-4		Valores	
Pelvis		6º	
Spine 4 (Abdomen)		20º	
Spine 3 (Columna)		0º	
Spine 2 (Cuello)		0º	
Spine 1 (Cabeza)		-15º	
Right arm 1 & Left arm 1 (hombros)	Rotación *	11º	
	Giro**	0º	
Right arm 1 & Left arm 1 (codos)	Dcha	55º	
	Izq	65º	
Right arm 2 & Left arm 2 (manos)	Dcha	-30º	
	Izq	50º	
Right hand & Left hand (dedos)		Abiertos	
Right leg 1 & Left leg 1 (corvas)	Dcha	0º	
	Izq	11º	
Right leg 2 & Left leg 2 (pies)	Dcha	-	
	Izq	Hacia atras	

Nota: Todos estos valores en grados están referidos a las rotaciones de los huesos. Se toman los valores positivos cuando la rotación es hacia delante.

*Es entendida como la rotación de los hombros tomando como punto de giro las clavículas, así se puede rotar hacia arriba (positivo) o hacia abajo (negativo)

**Es el giro del hueso sobre sí mismo, si le giro es hacia delante el valor es positivo.

Tabla 3.6 Descripción de la emoción asco en función de los parámetros de MPEG-4.

Para la emoción de miedo, imagen 3.27, se han encogido los hombros y el cuerpo en general, acercando brazos, doblando rodillas... pose que toma el personaje para sentirse mas “protegido”.



Imagen 3.27 La pose de miedo: el personaje se encoje y se echa para atrás.

Los valores de los ángulos se pueden ver en la tabla 3.7.

Emoción corporal MIEDO		
Puntos MPEG-4		Valores
Pelvis		10º
Spine 4 (Abdomen)		0º
Spine 3 (Columna)		10º
Spine 2 (Cuello)		30º
Spine 1 (Cabeza)		12º
Right arm 1 & Left arm 1 (hombros)	Rotación * Giro**	25º 5º
Right arm 1 & Left arm 1 (codos)	Dcha Izq	70º 65º
Right arm 2 & Left arm 2 (manos)	Dcha Izq	-40º
Right hand & Left hand (dedos)		Abiertos
Right leg 1 & Left leg 1 (corvas)	Dcha Izq	22º 24º
Right leg 2 & Left leg 2 (pies)	Dcha Izq	- Hacia delante



Nota: Todos estos valores en grados están referidos a las rotaciones de los huesos. Se toman los valores positivos cuando la rotación es hacia delante.

*Es entendida como la rotación de los hombros tomando como punto de giro las clavículas, así se puede rotar hacia arriba (positivo) o hacia abajo (negativo)


**Es el giro del hueso sobre sí mismo, si le giro es hacia delante el valor es positivo.

Tabla 3.7 Descripción de la emoción miedo en función de los parámetros de MPEG-4

Para la pose de alegría, imagen 3.28, se ha trabajado sobre todo con los brazos y la inclinación hacia atrás de la espalda, la palma de las manos abiertas y los dedos estirados. El valor de los parámetros puede observarse en la tabla 3.8.



Imagen 3.28 Emoción de alegría

Emoción corporal ALEGRIA			
Puntos MPEG-4		Valores	
Pelvis		8º	
Spine 4 (Abdomen)		-12º	
Spine 3 (Columna)		-10º	
Spine 2 (Cuello)		0º	
Spine 1 (Cabeza)		-9º	
Right arm 1 & Left arm 1 (hombros)	Rotación * Giro**	50º 0º	
Right arm 1 & Left arm 1 (codos)	Dcha Izq	5º	
Right arm 2 & Left arm 2 (manos)	Dcha Izq	0º	
Right hand & Left hand (dedos)		Abiertos	
Right leg 1 & Left leg 1 (corvas)	Dcha Izq	0º	
Right leg 2 & Left leg 2 (pies)	Dcha Izq	Hacia delante -	

Nota: Todos estos valores en grados están referidos a las rotaciones de los huesos. Se toman los valores positivos cuando la rotación es hacia delante.

*Es entendida como la rotación de los hombros tomando como punto de giro las clavículas, así se puede rotar hacia arriba (positivo) o hacia abajo (negativo)

**Es el giro del hueso sobre sí mismo, si le giro es hacia delante el valor es positivo.

Tabla 3.8 Descripción de la emoción alegría en función de los parámetros de MPEG-4


La última pose realizada es la correspondiente a la emoción sorpresa. La colocación de los huesos se hizo siguiendo los estudios ergonómicos vistos en el apartado 2.2.2. pero el resultado obtenido era una pose muy similar a la de alegría, con lo que se variaron algunos de sus parámetros.

Uno de los cambios fue la colocación de los brazos y manos, que pasaba de estar por encima de la cabeza (imagen 3.27) a dirigirse hacia la boca colocando las manos una a cada lado de la misma. Los dedos de las manos también se recolocaron a una posición menos abierta.

Otro cambio fue la colocación de los pies, se desplazó uno hacia atrás ayudando a compensar el peso de la columna del personaje generada al estar inclinada (imagen 3.29)



En la tabla 3.9 se encuentran los datos correspondientes a esta pose.

Emoción corporal SORPRESA			
Puntos MPEG-4		Valores	
Pelvis		0º	
Spine 4 (Abdomen)		-17º	
Spine 3 (Columna)		-12º	
Spine 2 (Cuello)		-6º	
Spine 1 (Cabeza)		-13º	
Right arm 1 & Left arm 1 (hombros)	Rotación * Giro**	10º 0º	
Right arm 1 & Left arm 1 (codos)	Dcha Izq	90º	
Right arm 2 & Left arm 2 (manos)	Dcha Izq	0º	
Right hand & Left hand (dedos)		Abiertos	
Right leg 1 & Left leg 1 (corvas)	Dcha Izq	26º 0º	
Right leg 2 & Left leg 2 (pies)	Dcha Izq	Hacia atras -	

Nota: Todos estos valores en grados están referidos a las rotaciones de los huesos. Se toman los valores positivos cuando la rotación es hacia delante.

*Es entendida como la rotación de los hombros tomando como punto de giro las clavículas, así se puede rotar hacia arriba (positivo) o hacia abajo (negativo)

**Es el giro del hueso sobre sí mismo, si le giro es hacia delante el valor es positivo.

Tabla 3.9 Descripción de la emoción sorpresa en función de los parámetros de MPEG-4

A continuación una tabla resumen (tabla 3.10) de las expresiones corporales realizadas.







Emoción de tristeza		Emoción de miedo	
Emoción de enfado		Emoción de alegría	
Emoción de asco		Emoción de sorpresa	

Tabla 3.10 Resumen de las emociones corporales

En el apartado siguiente se muestra el rasgo llevado a cabo para generar las correspondientes expresiones faciales.

3.4. Animación facial

3.4.1 Construcción de los huesos faciales

La herramienta *biped* de 3D Max crea automáticamente un esqueleto de todo el cuerpo, un esqueleto similar al de un humano real, por lo tanto para la cabeza crea un cráneo solido al que se le emparentan todos los polígonos de la cara y pelo, como se ve en la imagen 3.30.

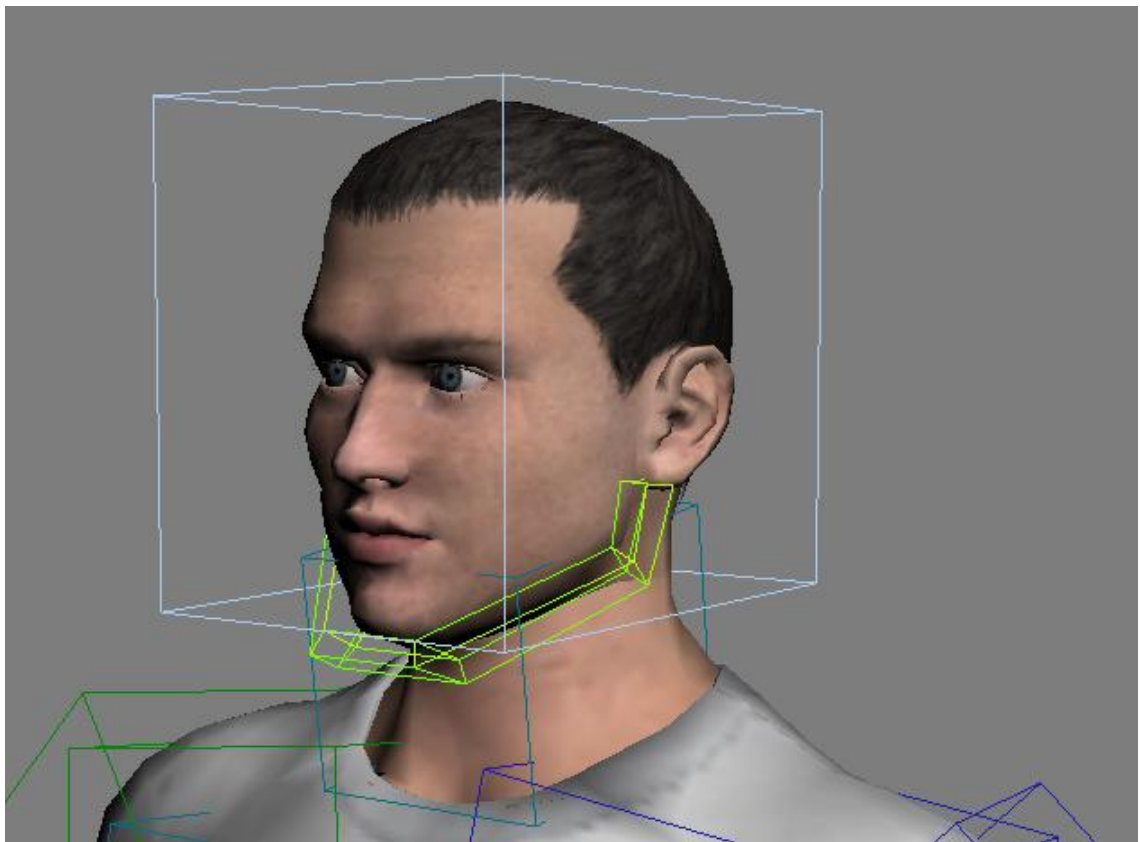


Imagen 3.30 El hueso head (cubo azul) es el hueso de biped para la cabeza

Como ya se ha explicado antes, hay dos métodos de animación: esquelético y por deformación. Normalmente en el caso de animación facial se utiliza la deformación de malla pero es un método que no se puede aplicar en este caso porque el motor *Maxine* solo puede cargar animaciones esqueléticas. Es necesario por ello crear un conjunto de huesos faciales para poder animar el personaje y crear las emociones y visemas.

Basándose en otros modelos anteriores, se fijaron los puntos de la cara necesarios para la animación, (ver imagen 3.31).

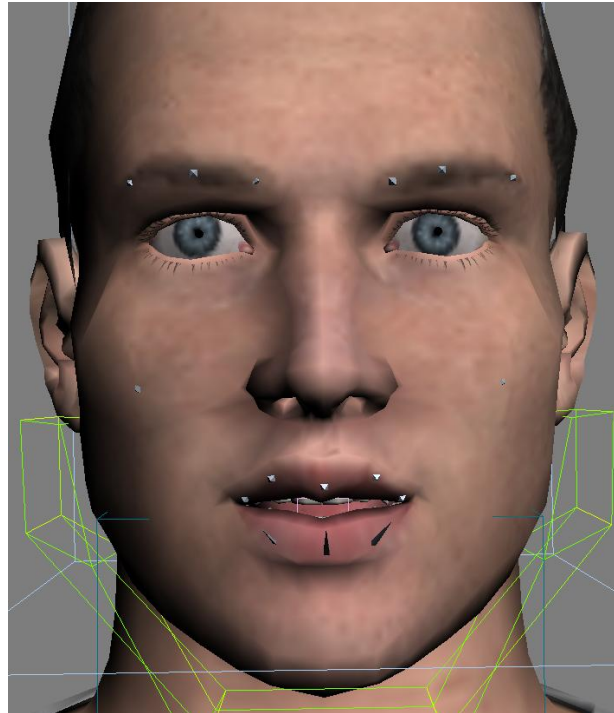


Imagen 3.31 Distribución inicial de los huesos en la cara (se ven los extremos o efectores de los huesos)

Para la generación de este esqueleto facial se usó la herramienta *bones* con la que se crean los huesos uno a uno, a partir de uno “padre” siguiendo una jerarquía, (ver imagen 3.32). A partir de un hueso principal que se une al cuello del *biped* se empezaron a sacar el resto de huesos: hacia la boca y mandíbula, pómulos y ojos (cejas).

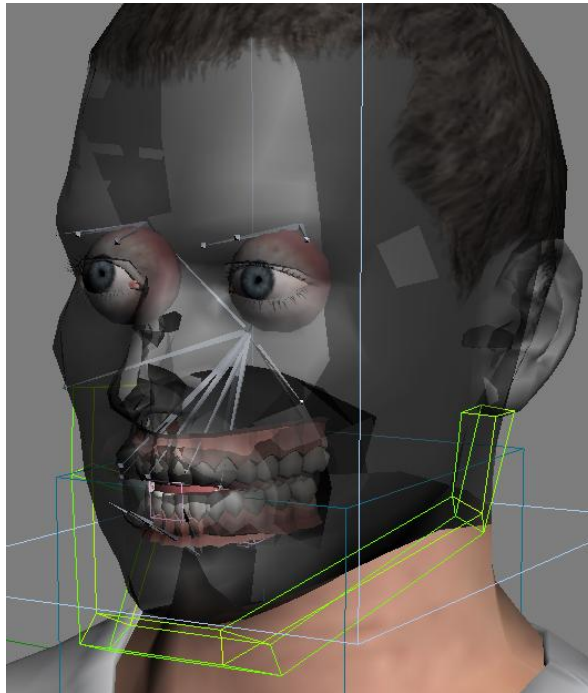


Imagen 3.32 Generando el esqueleto para animar la cara.

Tras crear un hueso hacia justo detrás de cada ojo, se colocaron otros tres huesos para las cejas (tres para cada una) que servirían para moverlas en diferentes direcciones.

Se crearon los huesos, uno hacia cada pómulo, para darle expresividad a la cara; aunque en la animación se fija la atención en la boca a la hora de hablar y sobre todo en las expresiones faciales, los pómulos no se quedan quietos nunca, también se mueven dando naturalidad.

Inicialmente para la boca se crearon cinco huesos repartidos por el labio superior (centro, mitad y comisuras de los labios) y un hueso mandíbula inferior del que salían 3 huesos para el labio inferior (centro y mitades)

El resultado final del esqueleto facial se ve en la imagen 3.32

Tras probar y crear varias poses y expresiones se vio que la boca daba fallos, así que se decidió modificar el *rigging* quitando algún hueso porque el labio quedaba muy “poligonalizado”. Se simplificó a cuatro huesos (comisuras y centro de cada labio). El resultado era mas natural pero era imposible crear alguna expresión o visema (como asco) que necesitaban un gesto diferente en cada lado de la cara (no ser simétrico). Finalmente se decidió dejar cuatro huesos repartidos por el labio

superior y dos por el inferior. Así no estaba tan cargado de huesos como al principio, quedaba más natural y se podían crear más gestos y poses.

Para que el movimiento de los huesos sea correcto es necesaria una jerarquía (padre-hijo). En el caso de los esqueletos de biped se crea automáticamente. Como para la cara se crearon manualmente, mediante la herramienta *bones*, fue necesario crear la jerarquía también, (ver imagen 3.33).

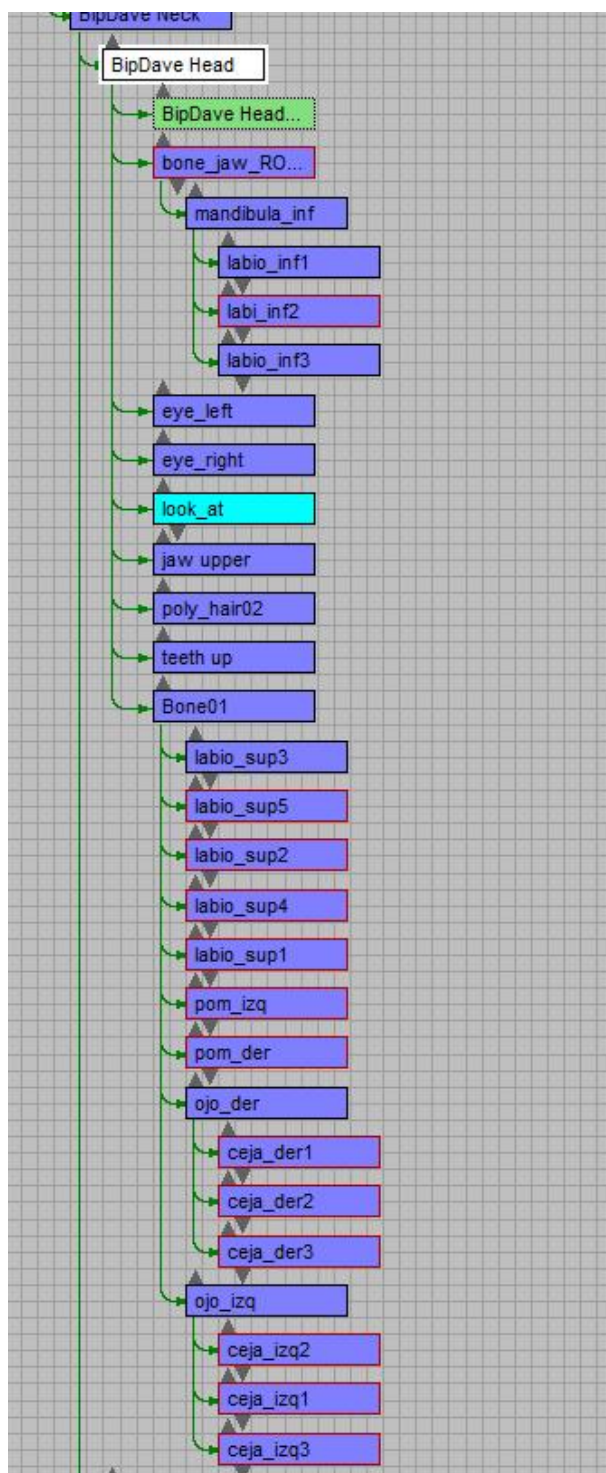



Imagen 3.33 Gráfico de jerarquías de los huesos faciales creados.

3.4.2 Emociones faciales.

Al igual que con las emociones corporales se han realizado las seis emociones básicas de Ekman; en este caso no se contaba con ningún estándar de animación pero se consiguió mucha información al respecto en páginas web, ya que las expresiones faciales están mucho más estudiadas que las corporales.

La verdad que las emociones corporales sin estar acompañadas de las faciales pierden mucha fuerza ya que aunque se intente transmitir una emoción con la posición del cuerpo, si la cara es neutra no transmite nada.

Gracias a una web de arte llamada “Artnatomy” (ver imagen 3.34) que contaba con una aplicación educativa sobre cómo dibujar rostros en sus diferentes estados, se consiguió descubrir que músculo de la cara se mueve en cada expresión o emoción.

INICIO INTRO NIVEL I NIVEL II Fundamentos Ayuda				II. ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS EXPRESIVOS DE LA CARA.						
CALAVERA <input type="checkbox"/>		MÚSCULOS <input type="checkbox"/>		MOVIMIENTOS		Ejemplos	EXPRESIONES			
				Frontal	Cejas	elevación	↑	Sorpresa		
				Superciliar		mov. oblicuos	↗ ↘		Miedo	
				OrbicularOjo		mov. oblicuos	↗ ↘			Atención
				Piramidal		descenso	↓			
				Transverso	Párpados	compresión	⋈	Duda		
				Mirliforme		elevación	↑		Inhibición	
				DilatadorFosas		dirección de mirada	↗ ↘			Determinación
				OrbicularLabios	Alas Nariz	descenso	↓	Desprecio		
				Canino		elevación	↑		Rechazo	
				ElevadorComún		dilatación	↔			Amenaza
				ElevadorPropio	Comisuras	descenso	↓	Ira		
				CigomáticoMen.		elevación	↑		Grito, Bostezo	
				CigomáticoMay.		eleva. + mov. max.	↕			Llanto
				Risorio	Labio Sup.	retracción	↔	Tristeza		
				Bucinador		descenso	↓		Ironía	
				CuadradoBarba		elevación	↑			Placer
				Triangular	Labio inf.	descenso y retracc.	↙ ↘	Sonrisa		
				Borla		apretar	⋈		Risa	
						proyección	↗ ↘			Dolor
				MASTICADORES	Labios	proyec. + separa.	↗ ↘	Vocalización		
				Cutáneo Cuello		separación	↕		Sueño, Alarsa	
						separa. + mov. later.	↗ ↘			
					separa. + mov. later.2	↗ ↘				
					Maxilar	descenso	↓			
						Cuello				

MODELO ESQUEMA

MODELO NATURALISTA

Imagen 3.34. Aplicación Artnatomy.

La primera expresión generada es la tristeza (imagen 3.34); lo más destacable de esta emoción es la boca, el descenso de las comisuras de los labios con respecto al centro de los mismos. Pero también es muy importante el matiz de las cejas: el descenso de la parte exterior y que en el centro estén más altas le dan más poder a la emoción que un simple movimiento hacia abajo de la boca, como se ve en la imagen 3.35.

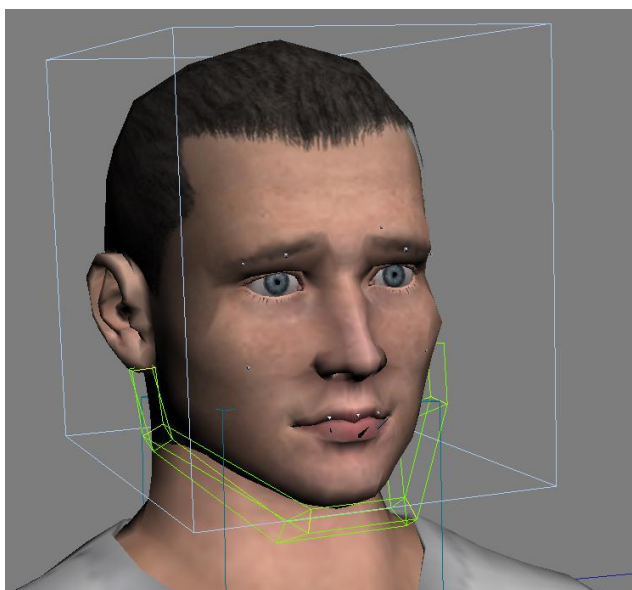


Imagen 3.35 Expresión de tristeza generada

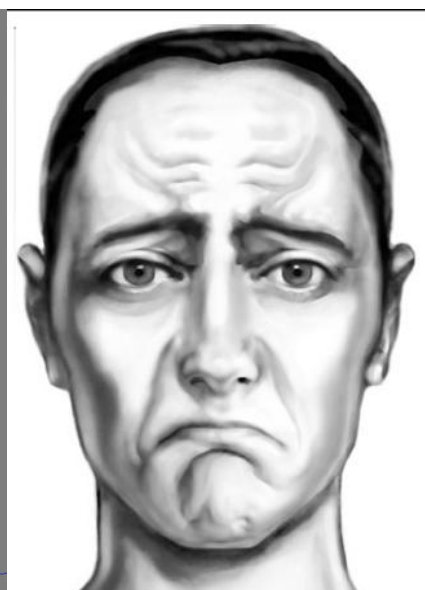


Imagen 3.36 Representación de tristeza en Artnatomy

La siguiente emoción realizada es la de enfado. En esta expresión lo más importante son las cejas: que la parte interior de las mismas esté apuntando hacia abajo. Los labios también están separados para que se puedan ver los dientes como símbolo de ira, y los pómulos se han bajado un poco para matizar más los rasgos de la boca.

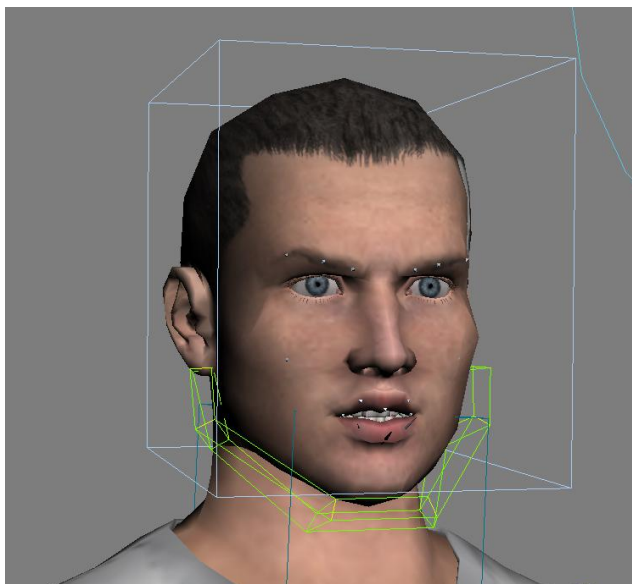


Imagen 3.37 Expresión de enfado generada



Imagen 3.38 Representación de enfado en Artnatomy

La emoción de asco fue especialmente difícil porque es la única expresión que no es simétrica lo que llevó a hacer modificaciones en los huesos faciales y el *rigging* como se ha mencionado anteriormente.

Aquí lo que más destaca es que un lado del labio superior este más levantado que el otro como signo de desprecio. Las cejas también están arqueadas pero con menos intensidad que en la expresión de enfado. Y los pómulos se elevan un poco y se acercan a la nariz para que parezca que frunce la cara un poco. (Imágenes 3.39 y 3.40)

Es una expresión difícil de conseguir que gana mucha fuerza si se muestra a la vez que la expresión corporal correspondiente.

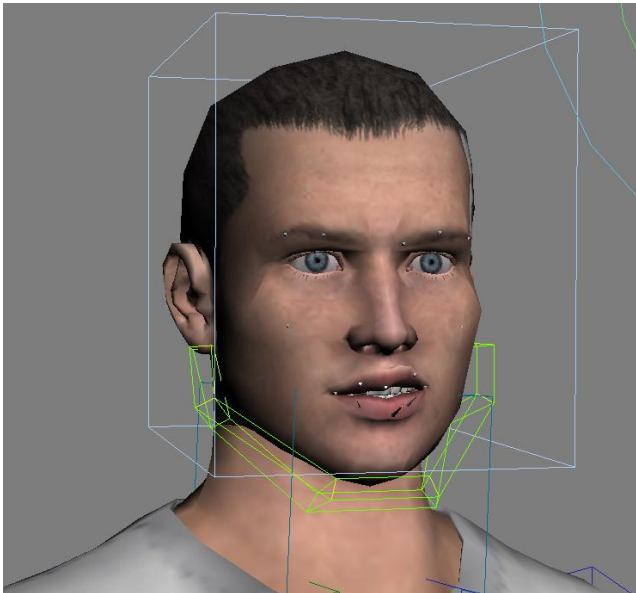


Imagen 3.39 Expresión de asco generada



Imagen 3.40 Representación de asco (desprecio) en Artnatomy

Para la emoción de miedo se arquean las cejas hacia abajo por los extremos al igual que en la tristeza pero esta vez la boca está abierta. Como se ven en las imágenes 3.41 y 3.42.

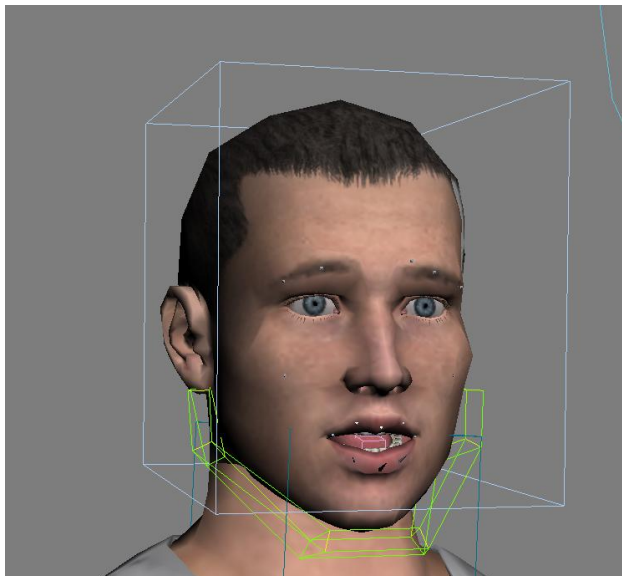


Imagen 3.41 Expresión de miedo generada



Imagen 3.42 Representación de miedo en Artnatomy

La emoción de alegría siempre se caracteriza por la boca con las comisuras de los labios hacia arriba pero como el resultado no era demasiado real se solucionó abriendo un poco la boca, entonces la boca está realmente sonriendo.

Esta emoción se ayuda mucho de las cejas que están levantadas por el centro de cada una, y los pómulos que también se han elevado un poco para darle más brillo a la cara. (Imágenes 3.43 y 3.44)

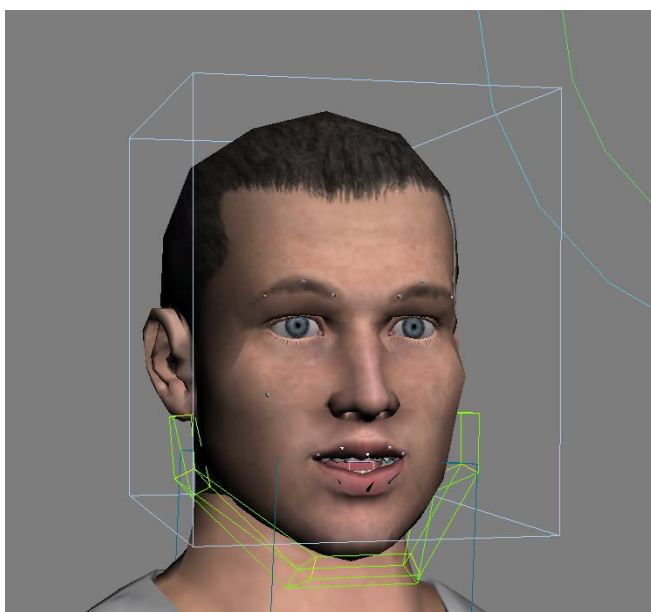


Imagen 3.43 Expresión de alegría generada



Imagen 3.44 representación de sonrisa en artnatomy

Por último, en la emoción de sorpresa también se ha abierto mucho la boca, más que en la emoción del miedo, esta vez las cejas están horizontales pero muy elevadas estirando la cara. Ver imágenes 3.45 y 3.46.

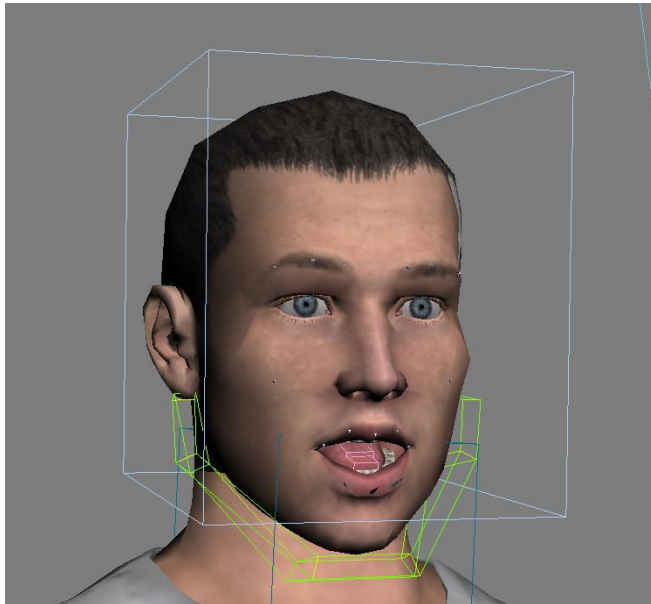


Imagen 3.45 Expresión de sorpresa generada



Imagen 3.46 Representación de sorpresa en Artnatomy

3.4.3 Visemas

Como ya se ha explicado anteriormente, los visemas son la representación visual de un fonema. Para que una animación de un dialogo sea real son necesarios como mínimo 9 visemas, las cinco vocales y las consonantes se agrupan en cuatro grupos según como colocan los labios: el grupo b, m, p y v; el segundo grupo formado por d, t y n; y ya por separado un visema para la letra f y otro visema para la s.

Visemas vocales.

Las posiciones que más problemas dieron a la hora de preparar la pose fueron los visemas O y U, y por los que fue necesario cambiar el sistema de esqueleto facial de cuatro huesos (centro de cada labio y comisuras) a cinco huesos (dos en el labio superior, uno en el inferior y uno en cada comisura) para poder cerrar la boca desde los laterales (ver imágenes 3.47 a 3.51).

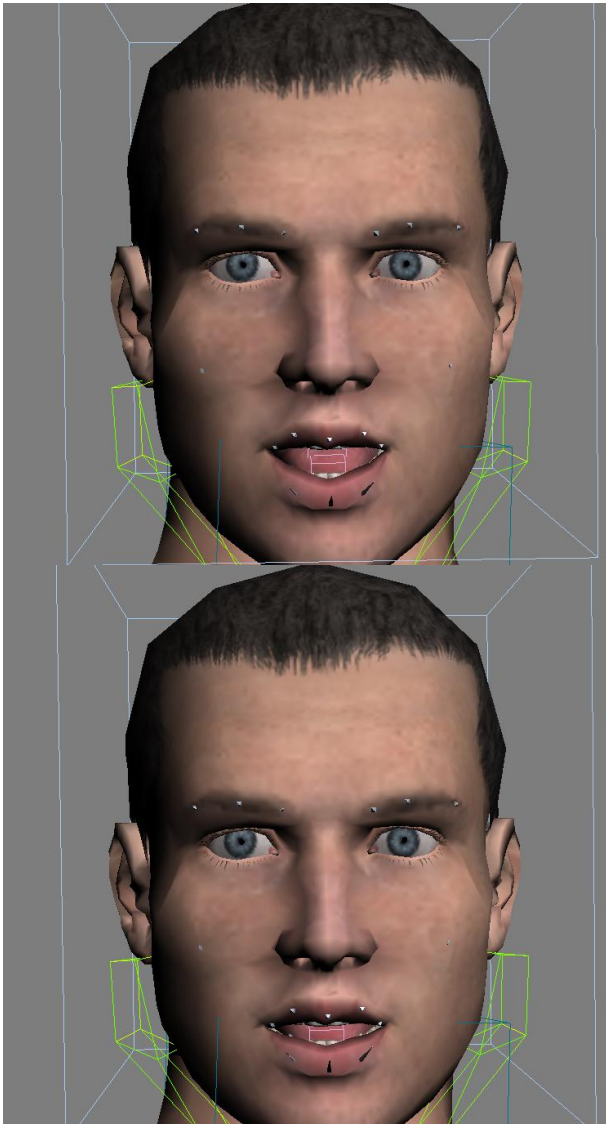


Imagen 3.47 El visema “A”, es la vocal más clara por lo que la boca está más abierta

Imagen 3.48 El visema “E”, es un poco más cerrado que la “A”

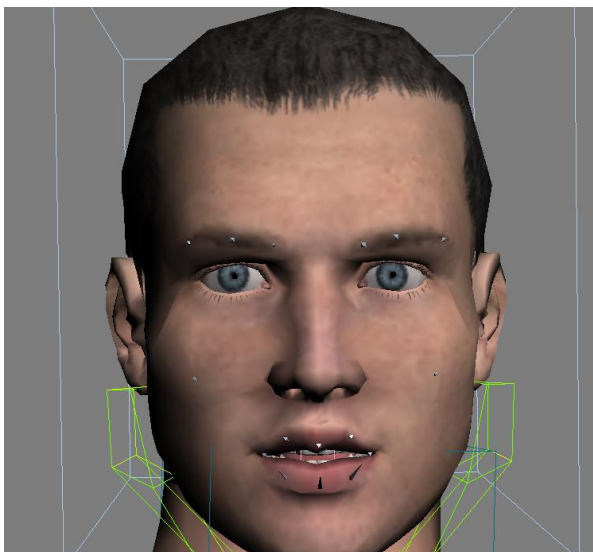


Imagen 3.49 El visema “I”, la boca esta casi cerrada y las comisuras de los labios se elevan un poco

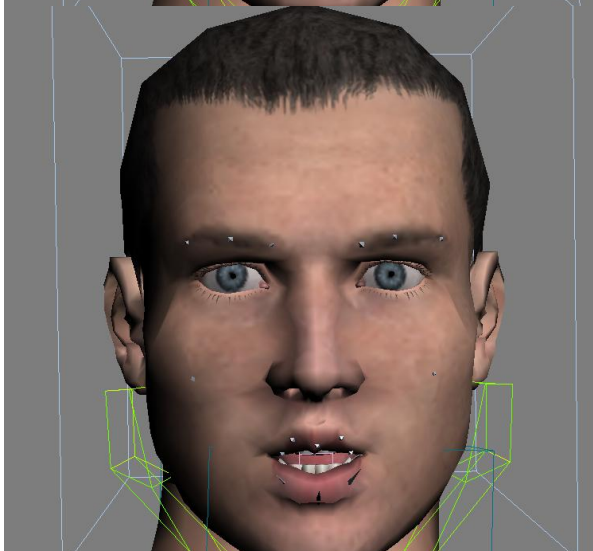


Imagen 3.50 El visema “O”, las comisuras se cierran hacia el centro de la boca formando un círculo

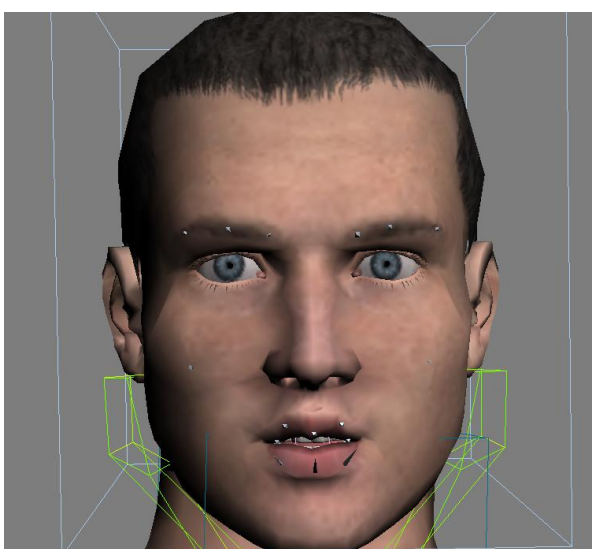


Imagen 3.51 El visema “U”, la boca como la O pero más cerrada

Visemas consonantes

Como se ha explicado antes los visemas consonantes están agrupados en cuatro grupos ya que la posición de la boca al pronunciarlos es la misma o muy similar.

El primero de todos agrupa los visemas de D, T y N, ver imagen 3.52



Imagen 3.52 Visema correspondiente a los fonemas D, T y N

El siguiente visema corresponde a la posición de los labios al pronunciar la letra S (imagen 3.53).



Imagen 3.53 Visema correspondiente al fonema de la S

El tercer visema es el de la letra F en el que el labio inferior se mete hacia el interior de la boca y los dientes superiores lo muerden, como se ve en la imagen 3.54.



Imagen 3.54 Visema correspondiente al fonema de la F

El último visema representado es el que agrupa a las letras B, M, P y V; por las mismas razones de o compartir pose o tener una posición muy similar. Ver imagen 3.55.



Imagen 3.55 Visema correspondiente a los fonemas de B, M, P y V

4. Resultados

4.1. Reconstrucción del modelo

En el modelo original se ha modificado:

- El esqueleto del personaje: se han añadido los huesos de la cara
- Malla del personaje: se ha simplificado y se han eliminado caras innecesarias

En la imagen 4.1 se muestra el modelo Dave terminado, con los retoques de malla, skin y esqueleto que se precisaban y con las modificaciones necesarias para que el modelo se cargue en Maxine.



Imagen 4.1 Modelo final de Dave en el motor gráfico Maxine

4.2. Animación del cuerpo

Se han generado once animaciones para este modelo, adaptando once capturas de movimiento que se habían grabado previamente.

Las animaciones básicas son: discurso (imagen 4.2), andar (imagen 4.3), permanecer inactivo (imagen 4.4) despedirse (imagen 4.5), dudar (imagen 4.6), decir no (imagen 4.7), decir si (imagen 4.8), hacer una reverencia (imagen 4.9), estornudar (imagen 4.10), cambiarse el peso de piernas (imagen 4.11) y colocar los brazos detrás del cuerpo (imagen 4.12)

Otra animación como la de abrir la boca, solamente se generó para comprobar si el interior de la boca tenía las texturas correctas.



Imagen 4.2 Animación de discurso



Imagen 4.3 Animación de caminar y girar

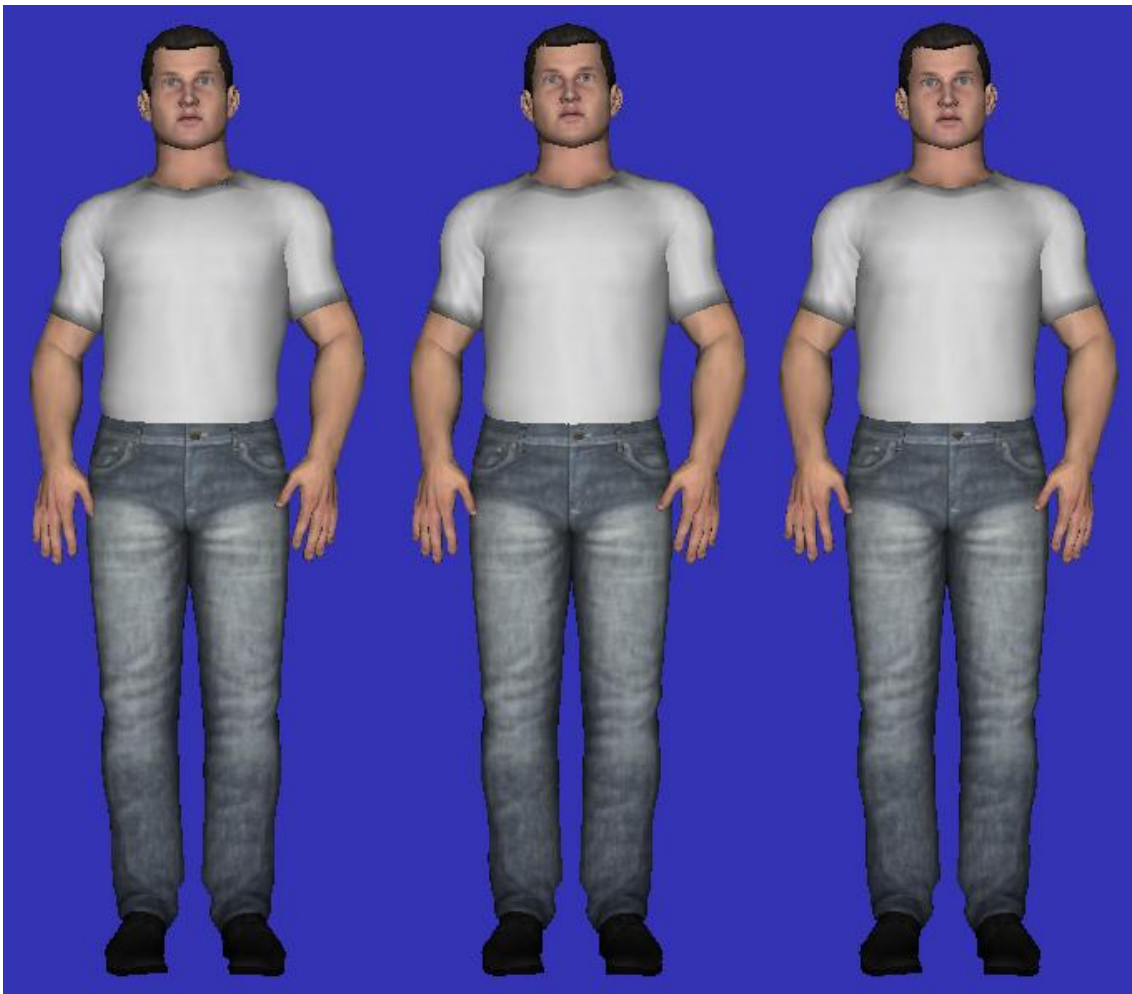


Imagen 4.4 Animación de “inactivo” movimiento casi inapreciable



Imagen 4.5 Animación de decir adiós



Imagen 4.6 Animación de duda



Imagen 4.7 Animación de no



Imagen 4.8 Animación de si



Imagen 4.9 Animación de reverencia



Imagen 4.10 Animación de cambio de peso



Imagen 4.11 Animación de brazos detrás

4.3. Expresiones y poses

Las seis emociones generadas son las de Ekman: alegría, asco, enfado, miedo, sorpresa y tristeza; y se han conseguido representar tanto expresión facial como corporal. Pero las emociones corporales son mucho más débiles a la hora de transmitir que las faciales, así que se muestran combinadas para ver su efecto en conjunto.

Alegría (ver imagen 4.12)



Imagen 4.12 Expresión facial de alegría en Maxine y composición de expresión facial y corporal.

Asco (ver imagen 4.13)



Imagen 4.13 Expresión de asco en maxine y composición de expresión facial y corporal.

Enfado (ver imagen 4.14)



Imagen 4.14 Expresión de enfado en maxine y composición de expresión facial y corporal.

Miedo (ver imagen 4.15)



Imagen 4.15 Expresión de miedo en maxine y composición de expresión facial y corporal.

Sorpresa (ver imagen 4.16)



Imagen 4.16 Expresión de sorpresa en maxine y composición de expresión facial y corporal

Tristeza (ver imagen 4.17)



Imagen 4.17 Expresión de tristeza en maxine y composición de expresión facial y corporal

4.4. Visemas

Resultados finales de los diferentes visemas vistos en el motor gráfico Maxine (ver imagen 4.18)



Imagen 4.18 Recopilación de todos los visemas, en orden: A, E, I, O, U, N, S, F, M.

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este apartado se muestran las conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto, así como las posibilidades de trabajo futuro que se han detectado.

5.1. Conclusiones

El objetivo principal del proyecto era la creación de un personaje virtual masculino, que pudiera ser utilizado en el motor Maxine del grupo GIGA; este personaje debía de estar convenientemente modelado, texturizado y animado y ser computacionalmente ligero.

El personaje generado, al que se ha llamado Dave, cumple con todos los requisitos. Para ello ha sido necesario:

- Retocar la malla del personaje, en especial el cuerpo.
- Crear un conjunto de huesos para la cara.
- Modificar el rigging del personaje.
- Retocar las texturas.

Además, se han generado una serie de animaciones, a partir de capturas de movimiento existentes en las bibliotecas del grupo GIGA.

También se ha dotado al personaje de una serie de poses para expresar emociones mediante lenguaje corporal; se han creado poses para las seis emociones básicas (alegría, asco, enfado, miedo, sorpresa y tristeza).

Se han creado las expresiones faciales correspondientes gracias a los huesos para la cara generadas.

Por último, el modelo Dave es capaz de “hablar” gracias a que se han generado los visemas básicos necesarios para poder pronunciar todas las palabras (las cinco vocales y 4 agrupaciones para los consonantes).

Todo este trabajo realizado me ha permitido ampliar mis conocimientos sobre personajes virtuales y he aprendido a manejar una herramienta de modelado y animación como 3D Studio Max. También he aprendido a trabajar con Maxine y cal3d.

5.2. Trabajo futuro

Estas son algunas de las posibilidades de trabajo futuro relacionadas con este proyecto:

- Ampliar la librería de poses y animaciones para Dave.
- Se podrían generar las poses correspondientes a la lengua de signos que permitiría usar a Dave como intérprete virtual igual que se ha hecho con otros personajes de Maxine.
- Ampliar el vestuario, añadir complementos, objetos, etc.

6. Bibliografía

A continuación se expone la bibliografía utilizada en cada uno de los apartados de esta memoria, ya sean libros, páginas web u otros elementos.

Personajes virtuales:

- Información general (esqueleto, malla y rigging):
Apuntes de la asignatura “Composición y Edición de imágenes”, EUITIZ 2010
Dra. Eva Cerezo
- “El gran libro de 3D Max”
MEDIAactive
Ed. Macombo, S.A.
Año: 2003
- “Animación de personajes en 3D”
Steve Roberts
Ed. El Sevier
- “Modelado, rigging y animación con 3ds max 7”
Michele Bousquet
Anaya multimedia

Capturas de movimiento:

- Proyecto Maxine “Animación mediante mocap de personajes 3D”
Proyecto final de carrera
Raúl Ordax de las Heras

Poses y expresiones:

- Proyecto “Modelado y animación avanzada de personajes 3D”
Proyecto final de carrera
Lorena Palacio Jaén

- Aplicación “Artnatomy”
www.artnatomia.net
- Artículo “Los Gestos Faciales”
Paul Ekman
Mundinteractivos
- “Attributing emotion to static body postures”
Mark Coulson
Journal of Nonverbal Behavior 28 (2) 117-139

Maxine:

- Proyecto “Animación corporal y facial de actores sintéticos”
Proyecto Final de Carrera
Sergio Garcia Mosip
- Agentes Virtuales 3D para el Control de Entornos Inteligentes Domóticos
Ponencia “VIII Congreso de Interaccion Persona-Ordenador”
Baldassarri S., Cerezo E., Cuartero E., Serón F.J., Montoro G., Haya P., Alamán X.

Anexo 1: Trabajo con *Boy*

Antes de comprar a Dave se trabajó con Boy, un modelo de un niño que ya poseía el grupo, para comenzar a familiarizarse con el programa 3D Studio Max y con el trabajo que se iba a realizar.

Fueron los primeros meses los que se trabajo con ese modelo, hasta que el grupo adquirió el modelo de Dave.

Los resultados del trabajo con boy fueron ocho animaciones. Al igual que el trabajo con Dave se trataba de adaptar las capturas de movimiento de una mujer pero esta vez a los movimientos de un niño.

Alguna animación es parecida a la utilizada con Dave, como por ejemplo la animación de brazos detrás, (ver imagen 5.1).



Imagen 5.1 Animación de brazos detrás

Otra animación consistía en colocar los brazos en la cintura como se ve en la imagen 5.2



Imagen 5.2 Animación de brazos en jarra

La tercera animación como se ve en la imagen 5.3 corresponde a una afirmación.



Imagen 5.3 Animación de afirmación

Otra animación que también tenía Dave, en este caso es duda (ver imagen 5.4)



Imagen 5.4 Animación de duda

Esta animación consiste en el cambio de cruce de piernas como se ve en la imagen 5.5



Imagen 5.5 Animación de cruce de piernas

Boy también era capaz de saludar (ver imagen 5.6)



Imagen 5.6 Animación de Boy saludando

Y como muchos niños se distrae con facilidad como se ve en la imagen 5.7



Imagen 5.7 animación de Boy distraído

La animación de *Boy* sentándose fue (junto con la de cruce de piernas) la más complicada, ver imagen 5.8



Imagen 5.8 Animación de boy sentándose

Anexo 2. Desarrollo temporal del proyecto

El proyecto empieza en Octubre de 2010 y termina con el depósito de la memoria en Febrero de 2012. El cuadro se muestra en la imagen 6.1 representa gráficamente el desarrollo temporal del proyecto. A continuación se explican más detalladamente cada una de las fases.

La etapa de formación comienza tras saber cuál iba a ser el proyecto, y conocer que iba a necesitar conocimientos de 3d Studio Max. La formación fue el periodo que se estuvo manejando a Boy, entonces fue cuando se aprendió a manejar 3D Studio y las herramientas que se iban a necesitar.

Cuando el modelo Dave fue comprado ya se podía manejar con mayor soltura el 3D Studio y el proceso de adaptación no fue muy lento. Lo que si que dio muchos problemas fue la exportación a Maxine.

El apartado en que más tiempo se invirtió fue en la animación de la cara, ya que había que empezar la construcción desde cero con todos los huesos y animaciones y era un tipo de proceso que nunca había llevado a cabo.

Tras unos meses de inactividad en el proyecto, se retomó para redactar la memoria y repasar algún detalle del modelo.

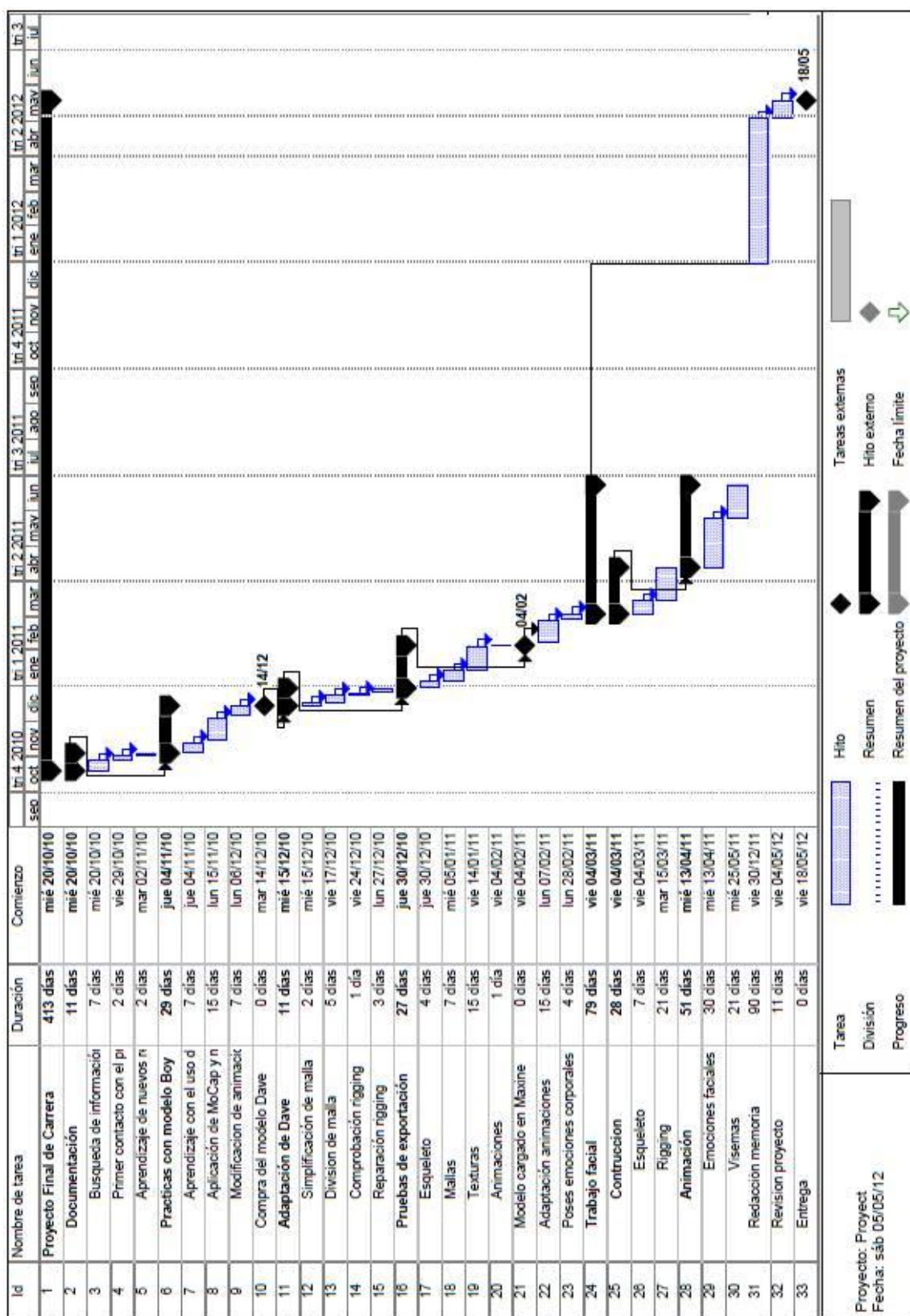


Imagen 6.1 Diagrama de Gantt del proyecto

Anexo 3. Consideraciones generales sobre la creación de modelos para Maxine

En este anexo se describen algunas consideraciones generales a tener en cuenta si se trabaja con este modelo, o para otros futuros personajes, que hayan de ser creados para su uso en Maxine.

Sobre los huesos

- Cuando se crean los huesos, como en nuestro caso los huesos de la cara, de forma manual, cada hueso que se coloca en la escena trae consigo otro más pequeño; este hueso o terminador permite la unión para formar esqueletos, con lo que es importante NO borrarlo.
- El inconveniente aparece cuando se realiza el rigging del personaje, a la hora de añadir los huesos a la lista del modificador que se use para el rigging es MUY importante no introducir los terminadores en ella y NO asignarles peso alguno, sino aparecerán problemas cuando se vaya a exportar el modelo.
- En CONVENIENTE, para evitar posibles problemas de carga en Maxine, que el personaje siga una nomenclatura específica para los huesos. Si el personaje va a ser utilizado en aplicaciones de cinemática inversa en Maxine, entonces es absolutamente NECESARIO seguir dicha nomenclatura. En ella los nombres de los huesos van precedidos del nombre del hueso principal del personaje (normalmente situado en las caderas). Por ejemplo, en el caso del personaje Pilar, el hueso principal se llama Bip01, lo que significa que el resto de los huesos deben de ir precedidos de ese nombre; así, el hueso de la pelvis se nombrará como Bip01 Pelvis o el hueso del brazo derecho como Bip01 R UnpperArm.
- El modelo creado tiene una mandíbula fija, solo se desplaza hacia arriba y hacia abajo, es RECOMENDABLE que para futuros modelos la mandíbula tenga más libertad de movimiento si va a ser usada para lenguaje de signos con componente facial.

Sobre la Malla y el Rigging

- Si el modelo va a ser exportado en cal3D o visto en un motor como Maxine es importante saber que una misma malla NO puede tener los modificadores *skin* y *physique* aplicados (aunque en 3d Studio sí que es posible tener ambas)

simultáneamente ,ya que esto puede causar problemas de carga en la aplicación o problemas de exportación.

- Es NECESARIO, si las mallas van a ser exportadas en cal3d, seleccionarlás antes de exportarlas, y es ACONSEJABLE, que todas ellas estén en unidas en un grupo, ya que esto facilita la operación.

Sobre las Texturas

- Es ACONSEJABLE que las texturas estén en formato bmp, a tamaños estándar (potencias de dos) y lo más reducidos posibles para evitar problemas de exportación y carga de las texturas.

- Es necesario seguir una nomenclatura especial para exportar en cal3d y, posteriormente, cargarlos en Maxine. Esta nomenclatura se caracteriza porque cada material tiene que tener una etiqueta seguida de un espacio y una numeración correlativa entre corchetes. Este número indica el orden en que son cargados los materiales. Un ejemplo de esta numeración es:

Material_cuerpo [0]

Material_pelo [1]

....

La numeración debe comenzar por el cero.

Sobre la animación

- El exportador cal3d no permite animaciones por deformación de malla, con lo que es necesario animar todo, incluida la cara, mediante animación esquelética.