

ANÁLISIS DE UN PUESTO DE TRABAJO MEDIANTE SIMULACIÓN VIRTUAL BASADA EN UNA APLICACIÓN MÓVIL

**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS
CURSO ACADÉMICO 2016/2017**

**ALUMNA: JIMÉNEZ PIQUERAS, ISABEL
TUTOR: ALCAIDE MARZAL, JORGE
CO-TUTOR: DIEGO MÁS, JOSÉ ANTONIO**



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**


Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Índice

Introducción

La formación del trabajador

Oferta formativa en riesgos laborales	6
ErgoTic	8

Diseño del personaje

Análisis	10
Estudio de referentes	13
Primeros bocetos	18

Modelado

ZBrush	26
Modelo base	28
Modelado de detalles	32

Análisis ergonómico del puesto de trabajo

Posiciones de trabajo	44
Presentación de las posiciones	45

Conclusión

Pliego de condiciones

Presupuesto

Bibliografía

Introducción

Proyecto ErgoTIC

El presente trabajo forma parte del proyecto ErgoTIC, (Sistema de formación para prevención laboral mediante tecnologías de realidad virtual), desarrollado por el grupo de investigación Design for User Experience (DUX) del Instituto de Investigación e Innovación en Bioingeniería de la Universidad Politécnica de Valencia. Este proyecto forma parte de un Plan Nacional financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

ErgoTIC trata el problema de las lesiones musculoesqueléticas, principal factor de enfermedad en el puesto de trabajo, a través del desarrollo de formación en prevención de riesgos laborales mediante tecnologías inmersivas.

La reducción de la frecuencia de estas contusiones se realiza mediante dos vías: la mejora del diseño de las estaciones de trabajo, para aumentar su ergonomía y reducir los factores de riesgo para el empleado; y la formación del propio trabajador, para el correcto desarrollo de sus tareas laborales. Ambas opciones son necesarias para la solución del problema. Sin embargo, sin una enseñanza de cuáles son los movimientos y acciones ergonómicamente adecuados en un puesto de trabajo, el trabajador puede seguir sufriendo lesiones

musculoesqueléticas aunque su entorno haya sido correctamente diseñado desde el punto de la ergonomía.

ErgoTIC apuesta por cambiar la manera tradicional de instruir en seguridad laboral incluyendo las nuevas tecnologías de la comunicación en la formación. Las técnicas relacionadas con la realidad virtual han demostrado ser eficaces en procesos de formación de otras áreas de enseñanza. Ya que por su novedad son más atractivas al público. Aparte, permiten una completa interactividad del usuario con los contenidos, permitiendo que los trabajadores experimenten en primera persona los conocimientos y perciban los riesgos de un puesto de trabajo.

Análisis de un puesto de trabajo mediante simulación virtual basada en una aplicación móvil

En estas páginas, se analizarán las acciones y movimientos más comunes en los puestos de trabajo y sus posibles riesgos en cuanto a lesiones musculoesqueléticas. Esto se desarrollará mediante el diseño de un personaje virtual, que presentará los casos de cómo realizar el trabajo con posiciones ergonómicamente correctas.

La formación del trabajador

Oferta formativa en riesgos laborales

Actualmente, la gran mayoría de empresas existentes, cuentan con un departamento de riesgos laborales encargado de velar por la salud del trabajador en su puesto.

Los técnicos especialistas en riesgos laborales, trabajan para que las instalaciones y material que se utilizan en una empresa cumplan con la legislación vigente. Sin embargo, en muchas ocasiones, las mejoras de las condiciones de trabajo se enfocan principalmente en modificar las instalaciones para que sean lo más ergonómicas posibles, y no constituyan un peligro para el empleado. Claramente estas medidas son necesarias, pero para realmente ser eficientes deben estar complementadas con una formación para el trabajador que va a utilizar dichas instalaciones. En muchos casos, no se dedican los recursos suficientes a este tipo de formación, porque se cree suficiente con la mejora del diseño del puesto de trabajo. Sobre todo si son instalaciones que no implican un alto peligro para la salud del trabajador, como podría ser un escritorio de oficina, que en wapariencia no

implica riesgos, pero dándole un uso incorrecto puede ocasionar el tipo de lesiones musculoesqueléticas debidas a posiciones o movimientos ergonómicamente incorrectos repetidos en un largo periodo de tiempo.

La metodología de este tipo de formación suele seguir los parámetros tradicionales. En algunos casos, pueden ser el estudio por cuenta propia del trabajador, con apuntes formato papel o digitales. En otros casos, son charlas dirigidas a los empleados, en una sala con una presentación proyectada.

A pesar de ser esta la mayoría, se están comenzando a realizar innovaciones en esta campo. Podemos encontrar algunos ejemplos de proyectos que utilizan otros medios diferentes de los tradicionales en la formación de riesgos laborales. Así es el caso de canales en la plataforma de vídeos YouTube como “Napo”, una serie completa de vídeos donde se exponen distintas situaciones de riesgo laboral y sus soluciones. Su protagonista es el personaje de la imagen en la página siguiente. En sus capítulos se encuentra desde cómo enfrentar una situación de estrés laboral, hasta cómo manipular productos químicos

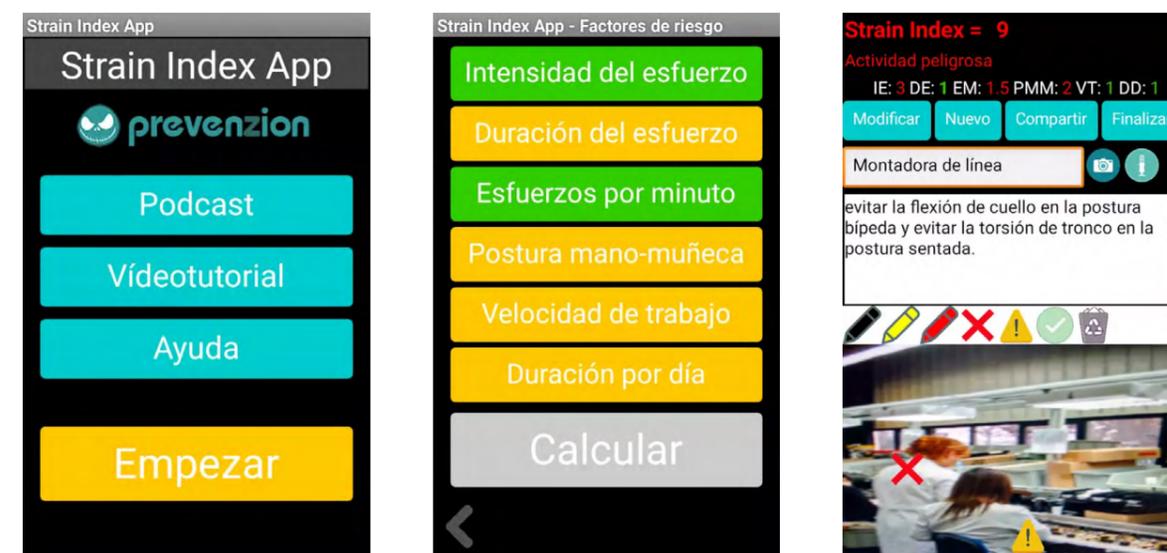


Imagen de la serie “Napo”.

de forma segura. Todo ello con toques de humor, lo que dinamiza y hace más interesante para el espectador el contenido del vídeo.

Otro ejemplo de innovación en la forma de enseñar seguridad en el trabajo es la aplicación para dispositivos móviles “Strain Index APP”, diseñada para la evaluación ergonómica de

riesgos por movimientos repetitivos. En ella se recogen diferentes videotutoriales para la realización de distintos trabajos, como el que tiene que realizar un montador de línea en una empresa. Ofrece consejos según parámetros como la intensidad, duración, postura y velocidad del trabajo que se realiza. La evaluación de los movimientos se hace a través de una serie de preguntas que el usuario responde, a partir de ahí y tras un cálculo con factores multiplicadores que indican la influencia en riesgo de los diferentes parámetros. Al final, la aplicación muestra una puntuación al movimiento evaluado, si esta es superior a 7 se considera peligrosa, y ofrece algunas de las posibles medidas reguladoras para evitar lesiones en forma de consejos.



Interfaces de la aplicación “Strain Index APP”.

ErgoTic

Como se ha comentado en la introducción, es un proyecto que busca la innovación en la formación de riesgos laborales para hacerla más atractiva al público, y así ser más efectivos en el aprendizaje de los trabajadores.

Uno de los factores para hacer más atrayente esta formación, es la utilización de técnicas novedosas, en este caso la realidad virtual. Este medio, cada vez más usado en el mercado del entretenimiento, y especialmente en el de los videojuegos, se presenta como una opción idónea para el proyecto. Por sus características, permite formar en prevención de una forma práctica, presentando las situaciones de riesgo

en un ambiente real y protagonizado por personajes en tres dimensiones. Es muy interesante, la posibilidad que ofrecería la realidad virtual a los alumnos de analizar el modelo de personaje desde todos los ángulos, como si estuviera en la misma estancia. Pudiendo así, ser más conscientes de los movimientos, y los riesgos que implicarían posturas ergonómicamente incorrectas.

Teniendo un medio novedoso con el cuál desarrollar el curso de formación, como es la realidad virtual, el programa que se presente a los alumnos debe ser igual de atractivo. Una parte esencial de este programa es el diseño del personaje, base de la formación. El hecho de que el alumno pueda visualizar al modelo en directo, mostrando los movimientos

y posiciones ergonómicamente correctos e incorrectos, facilitará en gran medida la comprensión del temario del curso. Poder ver al personaje desde el ángulo que cada espectador desee, soluciona fácilmente cualquier duda surgida respecto al movimiento o posición mostrada, algo que no se puede realizar visualizando dicha postura en una imagen o vídeo.

En la creación del personaje, tema que se desarrollará en este trabajo, se deben tener en cuenta diversos factores para que sea un modelo eficaz en el programa del curso de formación. No sólo tiene que ser un modelo atractivo para el público, sino que debe poder realizar todos los movimientos necesarios de una forma clara y que no genere confusión en el alumnado. Además, tiene que cumplir los requisitos para ser insertado en el programa de realidad virtual, y acoplarse a los demás diseños de dicho programa, como el entorno.



Ejemplo de uso de gafas de realidad virtual.

Diseño del personaje

Análisis

Antes de comenzar a bocetar el personaje, se realiza una búsqueda de estilos y referentes para decidir la línea en la que se va a crear el modelo.



Personajes de la película "Bolt".

Pero a la hora de diseñar el personaje se deben aclarar las especificaciones para que se pueda utilizar en el proyecto, como se ha comentado anteriormente.



Personajes de la película "Lluvia de albóndigas".

Por ejemplo, su forma tiene que ser fiel al cuerpo humano y sus dimensiones, ya que tendrá que representar de claramente las posiciones en el puesto de trabajo. Además, pensando en que deben entenderse perfectamente sus movimientos, el estilo de dibujo animado, más sencillo y con menos detalles que los modelos realistas, parece el más adecuado.

Otro de los requisitos, es que sea un modelo en tres dimensiones. Esto va a permitir que el personaje pueda observarse desde todos los ángulos y la posición que adopte sea representada de manera completa. Aunque, no solo por una mayor comprensión de sus movimientos se tiene que representar en 3D, también, al estar destinado a utilizarse en un programa de realidad virtual, debe quedar integrado en su ambiente.



Personajes de la película "Al revés".

Para completar el briefing de diseño del modelo, se definen los ambientes en los que se va a presentar. Esto es algo que influye en la configuración de la idea del personaje porque define la vestimenta, la apariencia e incluso la personalidad que pudiera expresar.

En este caso, en el curso de formación se enseñarán dos escenarios distintos, pensando en dos de los puestos de trabajo más habituales en la actualidad: una oficina o despacho, y una planta de fabricación y almacenaje. Sabiendo esto, se decide modelar un mismo personaje con dos apariencias diferentes. Una como trabajador de una oficina, con ropa formal, y otra como trabajador de una fábrica, con un mono de trabajo. Ambas indumentarias se piensan sencillas, ya que su principal función

es integrar al personaje en su entorno y hacerlo reconocible al espectador. No conviene trabajar algo demasiado novedoso o inusual, porque esto podría eclipsar el movimiento del personaje, que es lo que se quiere transmitir. Y además tampoco es aconsejable, por no confundir al público, que debe entender perfectamente qué trabajador es cada uno y lo que este representa.



Personaje de la película "Gru, mi villano favorito".

Por último, respecto al género del personaje y para que ambos sexos tengan representación, se decide realizar dos modelos, uno masculino y otro femenino, dentro de la misma línea. Ambos se representarían en los dos ambientes, para no clasificarlos. Tener dos personajes también puede ser conveniente para representar algunos movimientos o trabajos en los que participan dos personas, por ejemplo, cómo levantar un peso entre dos de forma correcta.



Personajes de la película "Bebé jefazo".

Resumen briefing

- Estilo cartoon o dibujo animado, acabado sencillo.
- Modelo ergonómico aplicable, con forma humana reconocible.
- Figura en tres dimensiones, capaz de realizar movimientos completos.
- Dos vestimentas para dos ambientes, trabajador de oficina y trabajador de fábrica.
- Modelo masculino y femenino (en cada ambiente).

Estudio de referentes

En esta y en las páginas anteriores, se han insertado imágenes que muestran distintos personajes de las películas actuales del cine de animación. Aunque la mayoría no encajarían con los requisitos que tiene que cumplir el modelo que se va a trabajar, son una buena referencia para definir una estética que aplicar al personaje.

De estos ejemplos, podemos destacar varios rasgos comunes: ojos grandes y expresivos, esta puede ser una característica interesante para un personaje de animación, sin embargo, en nuestro caso sería más conveniente destacar el cuerpo y su postura, y no darle la mayor importancia a la expresión;



Personaje de la película "Vaiana".



Personaje de la película "Gru, mi villano favorito".

líneas suaves y dinámicas, esta sería una tendencia a seguir, ya que aportará movimiento al personaje haciéndolo más real; y proporcionalidad variable, depende de cada ejemplo y de cómo se haya querido caracterizar el personaje (los niños y bebés, presentan la cabeza de mayores dimensiones en comparación con su cuerpo para hacerlos más infantiles y adorables, en otros casos, se deforman algunos rasgos, como cambiar la forma de la cara o de la figura, para acercarlos a su personalidad), como aquí se busca un personaje neutro y fiel a los estándares de ergonomía, no se va a destacar ni deformar ninguna parte del cuerpo.

Vistos algunos de los ejemplos más actuales y conocidos de personajes de animación, se realiza una búsqueda más exhaustiva de referentes cuya temática sea la del trabajador. Y analizar así lo que realmente sería la “competencia” directa de nuestro personaje.

Estos personajes con el rol de trabajador los encontramos en diferentes aplicaciones: dibujos animados, medios publicitarios, como mascotas o personajes de empresas, o destinados a la formación, como es el caso de este proyecto.

Dividiendo los modelos según sus características, tenemos un primer grupo en el que podemos clasificar aquellos personajes en dos dimensiones. Como antes hemos comentado, el personaje del proyecto debe ser en tres dimensiones, pero



Personaje de la serie infantil Doctora Mac Wheellie.

analizar la forma de presentación de la temática y los elementos que utilizan en los personajes puede ser interesante, aún teniendo estos solo dos dimensiones.



Ilustración banco imágenes Freepik.

De estos ejemplos, para aplicarla a nuestro personaje, se puede extraer la idea de la sencillez de las formas y los colores que utilizan. El valor que se destaca es que con pocas líneas se representan claramente los dos tipos de trabajadores que necesitamos, el oficinista y el trabajador de fábrica. Es especialmente interesante la indumentaria que los caracteriza. En el caso de la imagen de la izquierda, el mono de trabajo azul y la camiseta amarilla se asocia fácilmente con un trabajador de taller o fábrica. Mientras que el traje, las corbatas y las camisas blancas de los personajes de la otra imagen nos indican el puesto de oficinista. Mandan un mensaje claro

y potente al prescindir de detalles innecesarios y representar sólo lo indispensable para la comprensión del espectador.

En el grupo opuesto, tenemos los personajes realistas, modelados hasta el mínimo detalle para simular al ser humano de forma casi fotográfica.



Modelo trabajador de construcción.

Estos, al dar una imagen más seria se pueden encontrar en materiales publicitarios o formativos, destinado al público adulto. Su figura es una buena referencia, ya que son los que más se asemejan a la realidad,



Modelo trabajador de oficinas.

así como sus proporciones. En nuestro personaje utilizaremos estas características intentando suavizar las líneas del cuerpo y eliminando detalles del volumen general.

En el último grupo podemos clasificar el resto de ejemplos encontrados. Hay mucha heterogeneidad entre ellos, su punto común es ser personajes en tres dimensiones con una estética de dibujo animado, lo que deja una gran variedad de opciones.

Una de las tendencias encontradas en modelos de trabajadores son personajes totalmente neutros, como los que aparecen en las imágenes de esta página. Se caracterizan únicamente por su vestimenta y no detallan ni siquiera el género. Son personajes muy claros y directos, como si fueran iconos en tres dimensiones. En cambio, en nuestro modelo no se puede rebajar el detalle a este nivel, porque para su función se necesitará, por ejemplo, el diseño de la mano completa, con todos los dedos, en vez de la simplificación de manopla que aquí utilizan. Además, como en el personaje de este proyecto se utilizará una base ósea como referencia, las formas del cuerpo deben tener mayor precisión.



Modelo icono oficinista.jpg



Modelo icono constructor.



Modelo icono constructor.

El personaje de la derecha, pertenece a una serie de dibujos animados. Se ha seleccionado como referente por su caracterización, con un solo vistazo se entiende su oficio. Y también por su nivel de detalle, ya que esta es aproximadamente la línea que se busca en el personaje a crear. Nuestra figura sería más estilizada para mejorar la comprensión de las posiciones, pero las formas podrían trabajarse de una manera similar. La textura de la camisa de cuadros además le da un toque más realista, al salirse de los colores planos. Los detalles en color, en vez de en volumen, no serían una objeción en nuestro modelo ya que mantienen la sencillez de la forma.

Por último, nos fijamos en el personaje de “Napo”, la serie sobre seguridad



Personaje de la serie infantil “Bob el constructor”.



Personaje de la serie “Napo”.

laboral que se comentó anteriormente. Es un modelo básico hecho con formas simples, por ejemplo, los ojos son dos esferas que sobresalen, y así los demás rasgos de la cara. Aunque la aplicación es similar a la de nuestro personaje, el de Napo, al no tener un referente ergonómico real presenta una figura con algunas desproporciones que lo hacen más cómico, como el grosor de sus brazos comparado con su cuerpo.

En conclusión, para la creación del modelo se deberá fusionar la proporción de los modelos realistas con las líneas de los tipo cartoon.

Primeros bocetos

Después de la fase de búsqueda y análisis de modelos ya existentes, se comienza el desarrollo del personaje.

Primeramente se realizan varios bocetos para definir una estética general, es decir, aquello por lo que el personaje va a ser reconocible y se va a distinguir de los ya creados. En este primer estudio se obvia el cuerpo, ya que por los requisitos de ergonomía del proyecto, este no tiene demasiado margen de modificación. Será una figura sencilla, pero en perfecta proporción con el cuerpo humano.

En un principio, se dibujan multitud de opciones sin descartar ni criticar ninguna, igual que el proceso de creatividad de *brainstorming* o tormenta de ideas. De todos los obtenidos se van a elegir cinco opciones, que se colorean y digitalizan para profundizar más en ellas y sus conceptos. Las opciones elegidas las imágenes de la página siguiente.

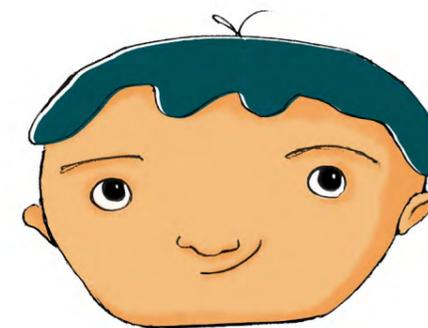
Las ideas muestran variaciones en todos los rasgos para dar una mayor posibilidad de creación del personaje, es decir, para permitir la combinación entre las opciones. Porque a pesar de que cada una se ha diseñado como un conjunto, puede que queramos combinar los rasgos de una opción con el pelo de otra, o la forma de una cara pero cambiando la nariz. En esta fase, cuantas más opciones haya más rico será el proceso creativo y más fácil

será llegar a la mejor solución.

Analizando con más detalle las propuestas, se decide continuar con las opciones 2, 3 y 4. Descartando las propuestas 1 y 2, porque al ser las que más deforman la figura estándar de un rostro, no terminarían de encajar con un cuerpo bien proporcionado. Además, esto les da un aire más añorado, que al no dirigirse el proyecto a un público infantil, tampoco es lo que se busca.

Teniendo tres opciones posibles de personaje masculino elegidos, se boceta, en base a estos, modelos de personaje femenino. Y tras la selección, coloreado y digitalización se proponen seis propuestas (pág. 16), de las cuales, los modelos 2a, 2b y 2c están basados en el estilo del personaje 2 masculino, la propuesta 3 con su correspondiente en chico e igualmente lo son la 4a y 4b al modelo 4.

Finalmente, con estas opciones, para poder decidir mejor se hace un estudio de expresiones de las propuestas. Viendo el rostro en distintas posiciones se puede decidir cuáles funcionan y cuáles no, o si hay algún rasgo que conveniente cambiar. Para complementarlo, se desarrollan las vistas de cada uno para definir cómo sería el modelo en volumen, y facilitar el modelado 3D. El desarrollo de estos dibujos lo encontramos en las páginas siguientes, de la página 17 a la 19.



Opción 1



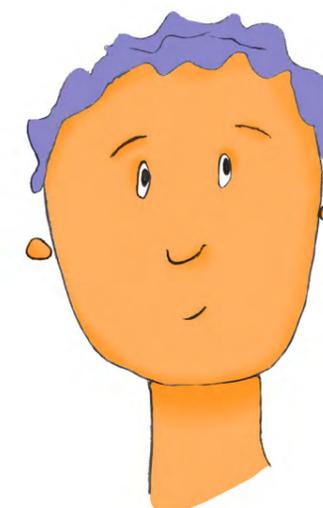
Opción 2.



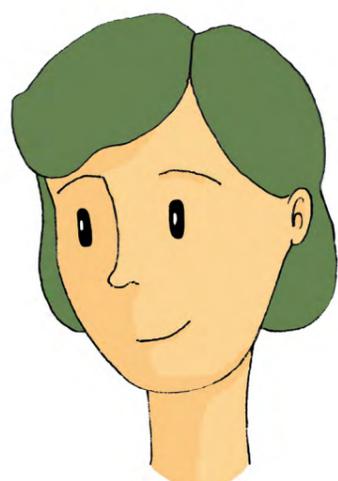
Opción 3.



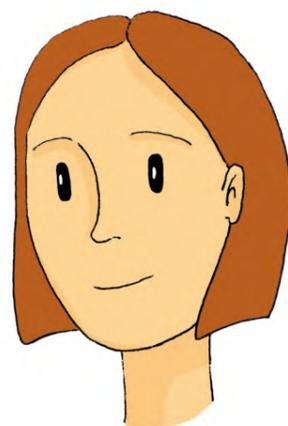
Opción 4.



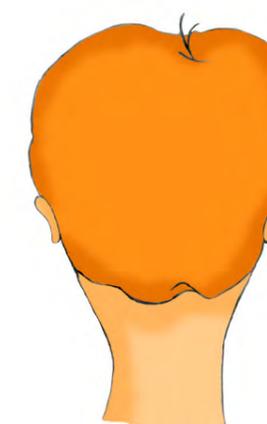
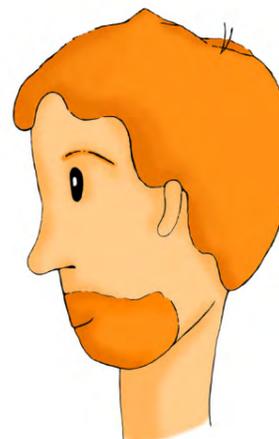
Opción 5.



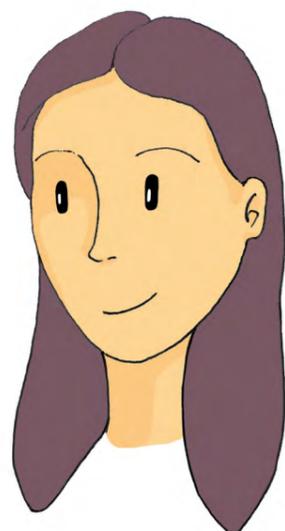
Opción 2a.



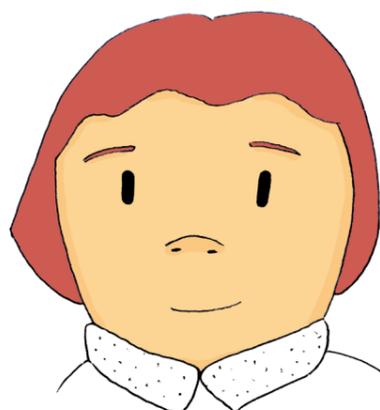
Opción 2b.



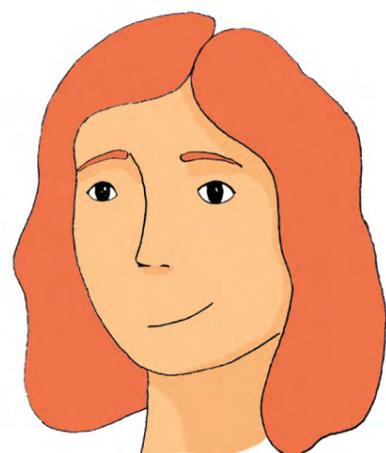
Vistas opción 2.



Opción 2c.



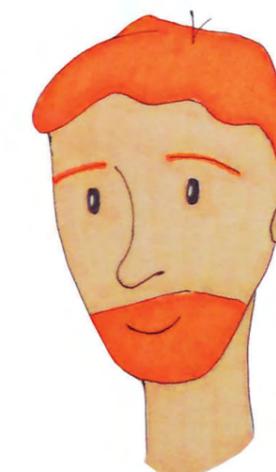
Opción 3.



Opción 4a.



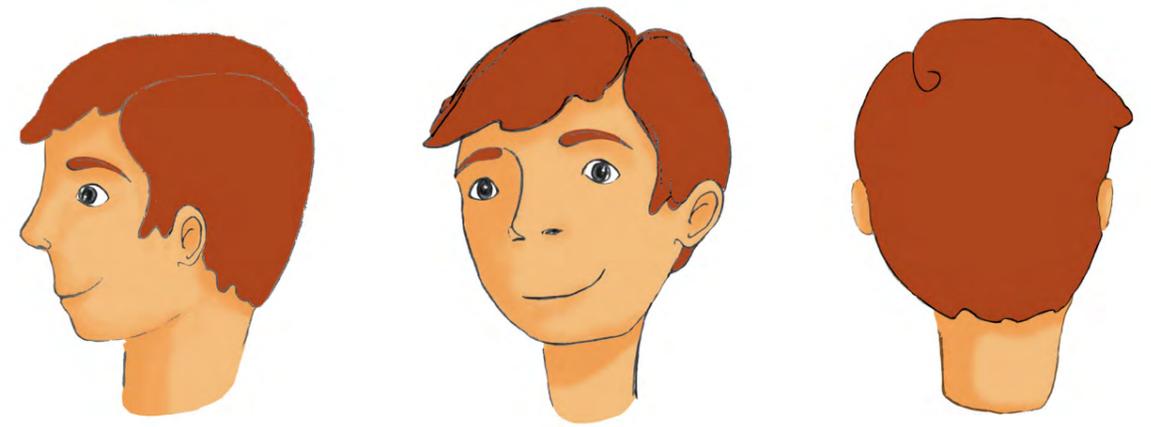
Opción 4b.



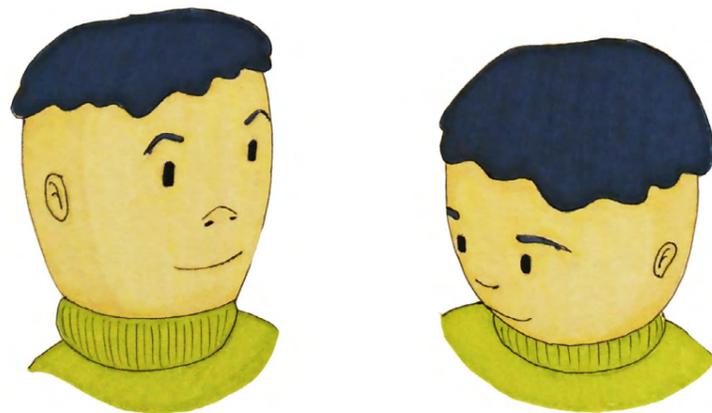
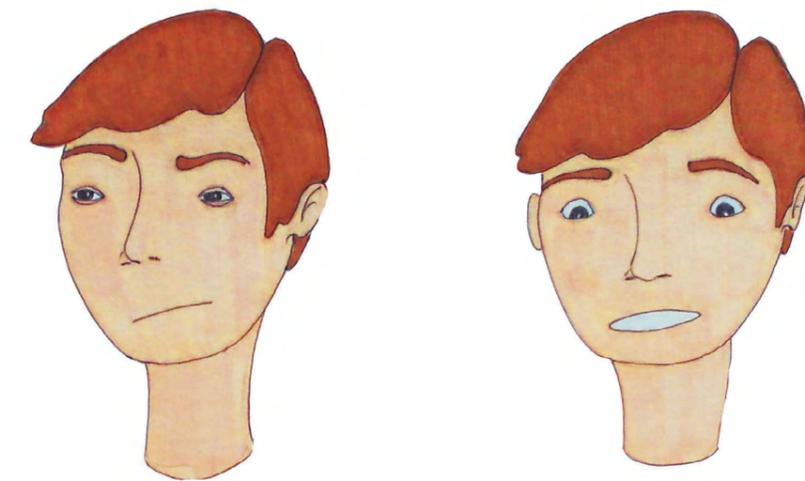
Expresiones en dibujo opción 2.



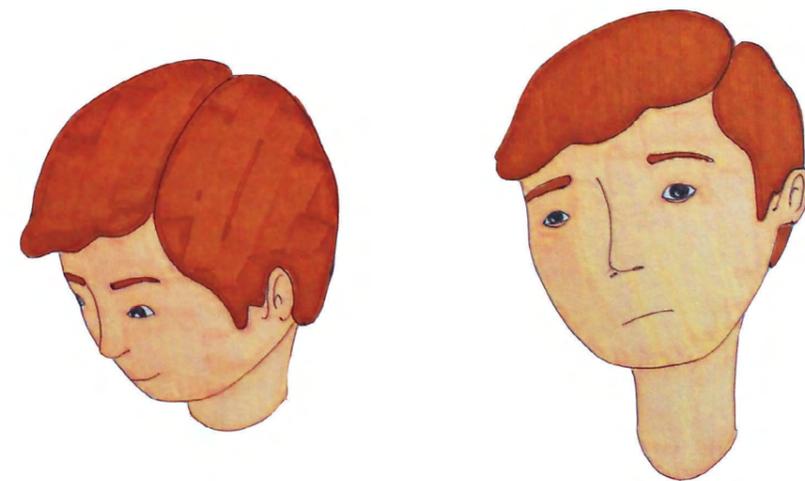
Vistas opción 3.



Vistas opción 4.



Expresiones en dibujo opción 3.



Expresiones en dibujo opción 4.

Los estudios de posiciones, se han realizado solo con unas opciones, en este caso las masculinas, porque como ambos personajes, masculino y femenino, deberán estar en la misma línea, sus rasgos y forma van a ser prácticamente similares.

A la hora de decidir cuál de las opciones será la definitiva, se tienen en cuenta algunos parámetros que tendrán relevancia posteriormente en el personaje. Por ejemplo, desde el punto de vista de la animación, convendría simplificar los rasgos del rostro. Por esto se descarta la opción 4, que es la más compleja de las tres, principalmente por los ojos, más parecidos a los humanos.

Otro de los aspectos a tener en cuenta es la concordancia con el cuerpo. Por esta característica, ya se descartaron

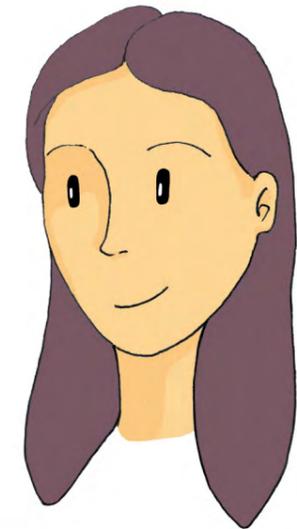
las opciones 1 y 5, y volviendo a ella, la opción 3 es la que se desecha. Esta propuesta, al no tener un cuello definido no sería totalmente válida, ya que si tuviera que representar alguna posición de esa zona probablemente no sería lo suficientemente claro.

Finalmente, queda como elegida la propuesta 2. Se decide como la mejor por seguir la premisa de tener unas líneas suaves y sencillas, pero sin llegar a una temática infantil, además de concebirse como la más original y menos parecida a los referentes. Aún así, se decide realizar algunos cambios para terminar de adaptar la idea al personaje. Los ojos se cambiarán por unos con pupila negra y fondo de ojo blanco, más intuitivos y fáciles de dar expresión. Y se suprimirá la barba para facilitar también el modelado, ya que es un elemento que realmente no

aporta valor ni es indispensable.

En cuanto al personaje femenino, se decide hacer una fusión entre la opción 2c y la 4b. Se haría de la siguiente manera: de la opción 2c se quedaría la forma del rostro y los rasgos. En este caso, como en el masculino, el color de los ojos se invierte y queda la pupila en negro y el fondo en blanco. De la opción 4b se utilizaría el pelo, tanto la forma como el color. Se pensó que al estar destinado el personaje a un ambiente laboral, siendo uno de ellos en una fábrica, un peinado recogido sería lo más acorde hablando de seguridad laboral.

Teniendo las opciones elegidas se comienza con el modelado en tres dimensiones.



Opción 2c.



Opción 4b.



Opción 2, elegida.



Opción 3, descartada.



Opción 4, descartada.

Modelado

ZBrush

La creación del personaje se va a llevar a cabo con el programa informático ZBrush. Esta es una aplicación, del grupo Pixologic, para realizar modelado y escultura digital, con una amplia variedad de opciones en todos los aspectos del modelado.

El programa, simula en parte el proceso de esculpir de forma manual. A grandes rasgos, el proceso de creación de una pieza sería de la siguiente manera: partiendo de una forma sólida, con distintos pinceles que tienen varios rangos de customización (tamaño, forma, trazo ...), se va modelando la figura deseada. Igualmente, de esta manera se añaden el color y la textura a los objetos.

La aplicación crea los modelos a partir de “pixols”, que vendrían a ser los equivalente a los píxeles de las imágenes, con la diferencia de que mientras los píxeles guardan sólo información de color, los “pixols” representan información de distancia, orientación y material. Esto se traduce en más parámetros que poder definir y más opciones de modelado que otros softwares.

Aparte de los “pixols”, el programa divide los objetos en polígonos para su modelado. Sabiendo esto, se pueden entender las dos formas básicas de

esculpir en ZBrush.

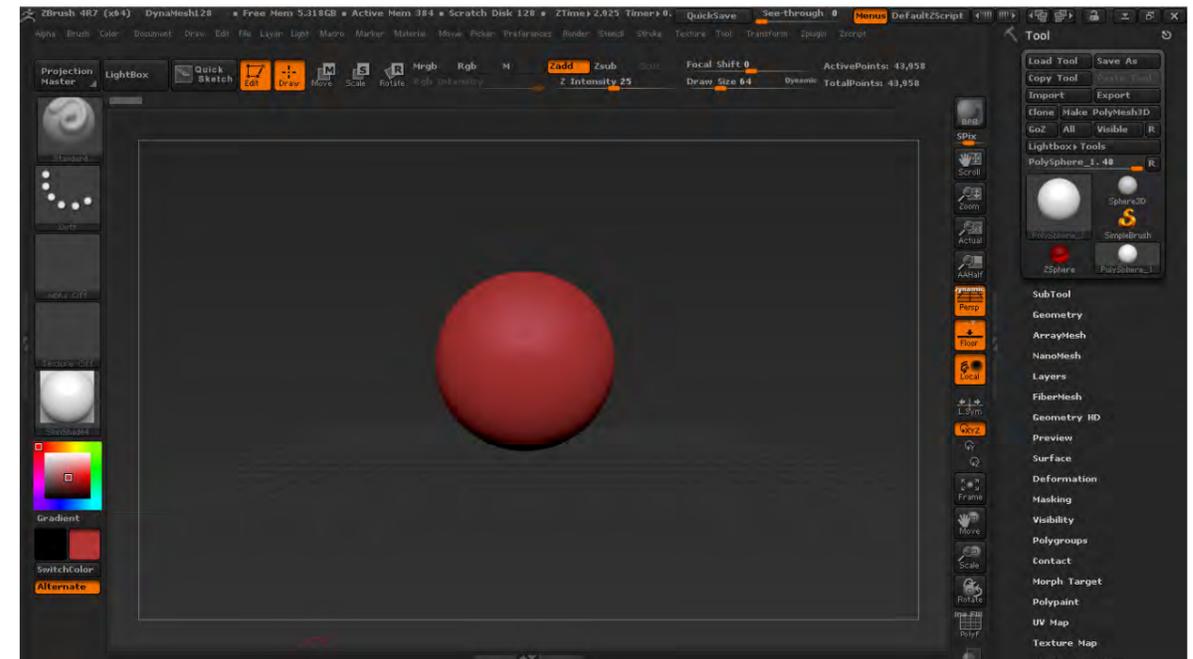
La primera opción, es la forma tradicional de esculpir en ZBrush. En ella, se va esculpiendo la malla de polígonos del modelo, pudiendo remallar cuando sea necesario para adaptar la geometría al modelo.



Logo del programa ZBrush.

La otra forma, la más novedosa, es utilizando la opción del programa llamada Dynamesh. Esta opción permite “remallar” el objeto en cada fase del modelado de una forma más dinámica. Con esta herramienta el programa mejora la creación de mallas, y con una densidad de polígonos alta permite crear detalles minuciosos de forma muy intuitiva. Esto facilita el proceso de modelado, haciéndolo más fluido.

En la imagen superior aparece la interfaz del programa. Como en muchas aplicaciones de diseño, se estructura



Interfaz del programa ZBrush.

en una ventana donde vemos el objeto que se está modelando, y alrededor las opciones de trabajo. En este caso, en el panel izquierdo, se sitúan de arriba a abajo, los pinceles y su trazo, la textura y el color. En los iconos superiores, la herramienta Transpose (que permite girar, mover y escalar) y los manejadores del pincel, entre otras herramientas. Y arriba de estos, los menús desplegables que albergan todas las opciones del programa. Cada uno de estos menús se pueden visualizar desplegados en la columna de la derecha.

En este apartado de la memoria, se verá el desarrollo que se ha seguido

en el modelado del personaje. Cómo, a partir de los requerimientos e ideas en dos dimensiones, se da la forma a la figura 3D.

Modelo base

Para comenzar, se crea un modelo que será la base del personaje. En esta primera figura, lo importante es definir la proporción de todos los miembros del cuerpo y esculpir los rasgos básicos de la cara.

Respecto al cuerpo, la proporción se define con modelos anatómicos que indican la relación de medida entre los miembros. Posteriormente, para asegurar que las medidas son correctas, se encaja en el cuerpo un esqueleto modelado y se terminan de corregir estas proporciones. Además de lo anterior, en el modelo base se debe asegurar la movilidad de todas las partes, es decir, mantener las articulaciones. Esto se ha conseguido dividiendo el cuerpo en partes independientes. Por ejemplo, el brazo se ha dividido en las formas de brazo, antebrazo, palma de la mano, y dedos, los cuáles a su vez se dividen en tres partes. El caso de la mano se verá en las siguientes páginas, como ejemplo del proceso que se ha seguido en el modelado del personaje.

En el caso del rostro, en el modelo base no se entra en los detalles de la expresión y se esculpen de manera sencilla partes como la boca, los ojos y las cejas, que posteriormente se retocarán con mayor cuidado.



Modelo base.

Para explicar los pasos que se han seguido al modelar cada parte del personaje, se va a utilizar el ejemplo de la mano.

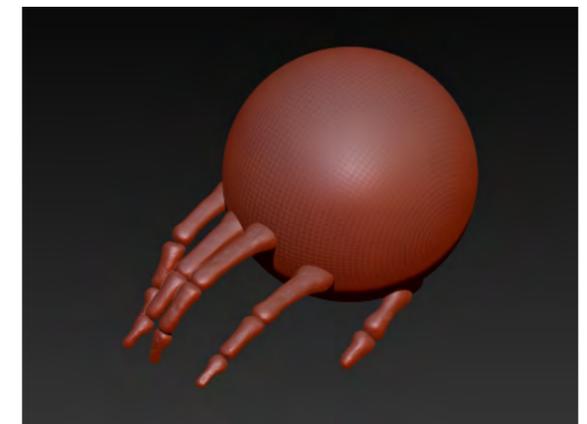
Comenzamos teniendo el modelo de esqueleto para trabajar sobre él. En el caso de la mano, se trabajó directamente sobre el esqueleto, pero en otras partes del cuerpo se hizo el proceso inverso, primero modelado de la zona, y luego se insertó el esqueleto para terminar de ajustar

proporciones. Después, en el paso 2, se inserta el volumen de una esfera en la que se esculpirá la palma, paso 3. En esta parte, se tienen en cuenta la forma de los nudillos porque si no, al mover los dedos hacia abajo, el hueso sobresaldría de la mano.

Se continúa con la escultura de los dedos. Hay que tener en cuenta, que cada dedo tiene dos articulaciones, además de la unión con la palma, que también debe tener un movimiento



Paso 1.



Paso 2.



Paso 3.



Paso 4.



Paso 5.



Paso 6.



Paso 7.



Paso 8.



Paso 9.



Paso 10.

libre. Por ello, se dividen los dedos en tres partes independientes. El dedo pulgar sería una excepción, al tener una articulación menos, se divide en dos partes. Continuando con el proceso, en el paso 4 (pagina 25) se inserta el volumen de la parte inferior del pulgar. Modelandose en el paso 5, para terminar insertandolo en el paso 6, y ajustar su forma a la del hueso y la unión con la forma de la palma.

Para garantizar la flexión de los dedos, y facilitar el proceso de animación, se inserta en cada articulación un disco que cubre el espacio de unión entre las partes, paso 7.

Por último, para terminar el dedo pulgar se inserta el volumen de la parte superior, paso 8, se modela, se coloca en el esqueleto y se retoca para quedar finalmente acabado en el paso 9. Así, se continúa con los demás dedos, paso 10.

En ZBrush, se pueden dividir los elementos de un modelo (“tool”) en varias partes (“subtools”). Cada una de estas es independiente entre sí y se modelan por separado. En este caso, el esqueleto sería una “subtool” y la mano que se ha modelado otra. A su vez, cada “subtool” se puede dividir en objetos independientes, con la posibilidad de moldearlos a la vez. Sería el caso de la mano, dividida en palma y todas las partes de los dedos. Aunque a veces, solo interesa moldear

una parte dentro de una “subtool”. Entonces, para poder trabajar sobre una parte en concreto se enmascaran las demás. Esto se puede apreciar en las imágenes de los pasos de la página anterior, cuando una parte de la mano tiene un tono más oscuro significa que está enmascarada. Como podemos ver, por ejemplo en el paso 8, donde la palma, la parte inferior del pulgar y el nudillo tienen una máscara que impide que se puedan manipular. Consiguiendo así, poder trabajar únicamente en el volumen de la parte superior. La parte del esqueleto no aparece enmascarada porque al ser una “subtool” diferente no se puede manipular a la vez que la mano.

En la imagen de abajo, se muestra el modelo de la mano terminado.



Modelo mano.

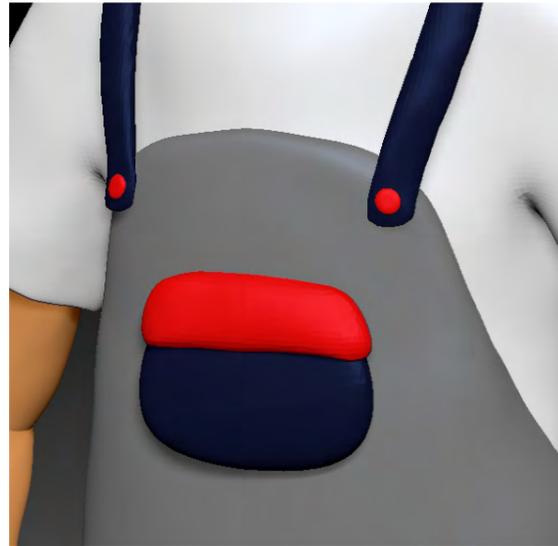
Modelado de detalles

Después de tener la base del modelo creada, se procede a esculpir el personaje en detalle. Se definirá la vestimenta, y se trabajarán los rasgos de la cara. Además, se esculpirá el modelo femenino. Como ambos personajes, masculino y femenino, siguen la misma estética, no se vio necesario crear dos bases distintas, sino que con una, se podría realizar el otro personaje aplicándole los cambios correspondientes. De esta manera, sería más sencillo no perder la estética entre ellos y que tuvieran una correlación.

Respecto a las vestimentas, se decidió en el briefing del personaje que este



Detalle botas de trabajo.



Detalle bolsillo y botones del mono de trabajo.

se presentaría en dos ambientes, uno de trabajo en oficina y otro de trabajo en una planta de fabricación y almacenaje.

Para la opción del trabajador de fábrica se opta por caracterizarlo con un mono, unas botas de trabajo, y una camiseta blanca. Después de la búsqueda de referentes, esta parecía la opción más acorde y clara con el tipo de trabajo que iba a representar el personaje. Siguiendo también las conclusiones del estudio, no se han añadido detalles en exceso, sólo los necesarios para dotar de una apariencia atractiva al personaje y dar el toque final a la caracterización.



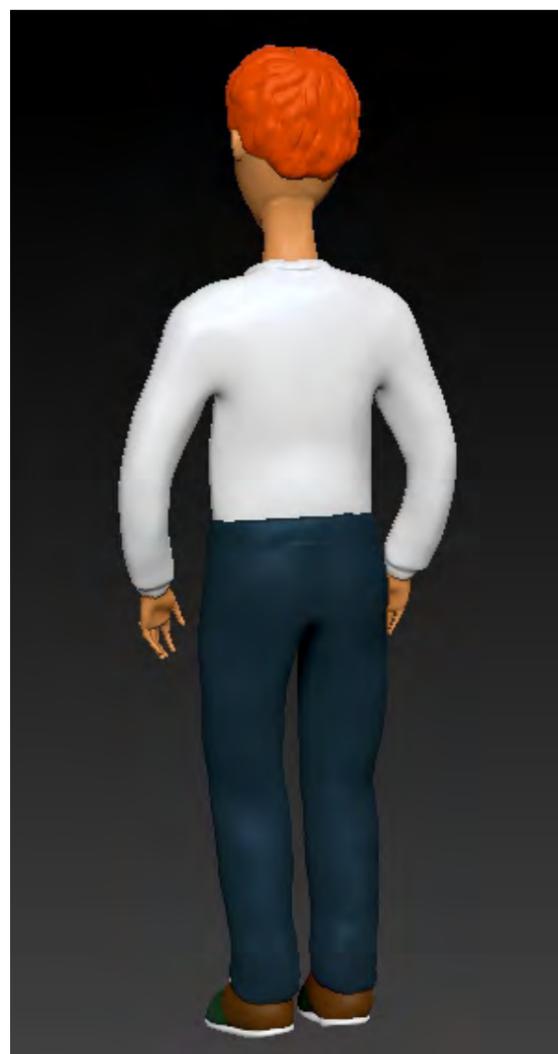
Modelo trabajador fábrica delante.



Modelo trabajador fábrica detrás.



Modelo trabajador oficina delante.



Modelo trabajador oficina detrás.

En cuanto a la opción del trabajo de oficinas, se decide una vestimenta clásica, camisa blanca y pantalones azules, junto con unos zapatos que son el elemento que añade detalle a este modelo. Se opta por huir del típico traje de hombre de negocios, para no encasillar al personaje en un rango determinado. Así, se le da también un aire más informal y desenfadado, que puede interesar a la hora de que el programa en el que se incorpore sea más atractivo para el público.

Sobre los detalles de este modelo, se ha vuelto a cuidar la estética utilizando líneas suaves y sencillas, como en el ejemplo de la camisa, donde se han suprimido los botones para conseguir una sensación de formalidad pero buscando la diferencia con lo tradicional.



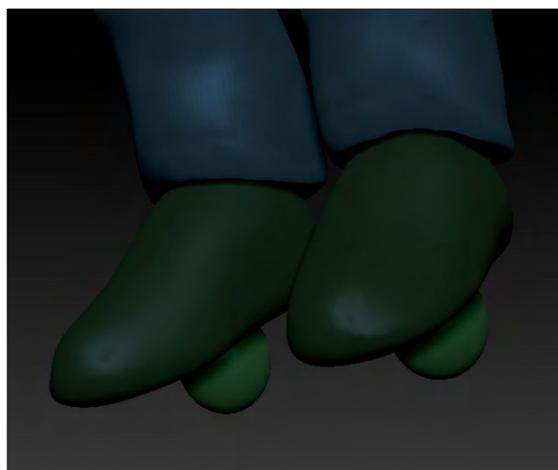
Detalle camisa.



Detalle zapatos.

Para la creación de la ropa, tanto la de fábrica como la de oficinas, se ha utilizado la misma técnica mostrada en la creación de la mano (páginas de la 25 a la 27), en la que se van añadiendo los diferentes volúmenes, modelándolos y uniéndolos con la forma final. En la página siguiente se muestra la creación de los detalles del zapato.

Otra característica de los modelos vestidos, es que se ha usado su cuerpo para modelar la ropa. Es decir, las partes del cuerpo que quedan tapadas por la vestimenta se eliminan o pasan a formar parte de esta ropa. Con esto, se quiere evitar un volumen innecesario de partes en el personaje, ya que solo ocasionarían problemas, desde el peso del archivo a dificultar el proceso de animación.



Detalles del zapato, paso 1.



Detalles del zapato, paso 2.



Detalles del zapato, paso 3.



Detalles del zapato, paso 4.



Detalles del zapato, paso 5.



Detalles del zapato, paso 6.

Una vez definidos los detalles de la ropa y caracterización del personaje, se pasa a la definición de los detalles de la cara.

Del rostro, se trabajan varias partes con la base del primer modelo creado. Nombrándolas de arriba a abajo, comenzamos con el pelo, al que se le ha añadido textura para simular un peinado real. Aunque, no se ha trabajado minuciosamente por no querer perder la estética cartoon e irnos a los modelos realistas.

Las cejas, se han tratado con una textura parecida a la del pelo. Y en cuanto a su forma, se ha optado por un contorno largo, porque las cejas son una parte clave en la expresión, y esto facilitaría sus movimientos.

La nariz y las orejas son elementos estáticos, que rara vez forman parte de la expresión de la cara. Por lo tanto, estos elementos se mantienen con el mínimo detalle, sin darles demasiada importancia.

Finalmente la boca, otro de los elementos clave, porque su movimiento es indispensable si el personaje tiene que hablar. Su posición tiene una gran influencia en la expresión. En este caso, se ha optado por no dar demasiado detalle, solo marcar los labios dándoles volumen pero sin color. En animación, la boca al ser una parte con mucho movimiento se crea con poco detalle, así se puede observar en los referentes recogidos en el primer apartado.



Detalle rostro.



Detalle cabeza por detrás.

Los movimientos de la cara, son de los más complicados dentro de la animación, porque el ser humano tiene unos 40 músculos faciales, que al moverse forman la expresión.

En nuestro modelo, para facilitar estos movimientos se divide el rostro en zonas. Estas son las que se distinguen por diferentes colores en la imagen de la derecha. El fin de esta división, es poder mover una zona sin necesidad de mover las zonas colindantes. Para ello, volviendo a las opciones de ZBrush, dividimos la cara, que conforma una “subtool”, en varios grupos independientes, llamados poligrupos. Los poligrupos, se pueden modelar todos a la vez, pero al estar separados pueden enmascararse fácilmente, igual que en el ejemplo de la creación de la mano (páginas de la 25 a la 27), y así poder trabajar las partes de forma aislada.

Como se ha visto, el rostro tiene muchos rangos de movimiento, pero reflejar todos los músculos a través de poligrupos sería una tarea complicada, además de inútil, ya que dificultaría en gran medida el proceso de animación. Por ello, se ha dividido el rostro en cuatro zonas principales, que permitirían realizar los movimientos básicos. Estas partes son: ambos contornos de los ojos, que no se toman como un solo poligrupo porque podría darse el caso de un



Poligrupos de la cara.

movimiento asimétrico entre ellos. La parte de la mandíbula y labio inferior, lo que nos permite el movimiento de abrir y cerrar la boca. Y el resto de la cara, incluyendo nariz y labio superior. Las orejas, pelo, cejas y cuello también son poligrupos distintos, que se pueden mover con total independencia.

Personaje femenino

Tras definir todos los aspectos del modelo de uno de los personajes, el masculino, se llevan a cabo las modificaciones para definir el personaje femenino.

En la parte de la cabeza, las modificaciones que se han realizado para la adaptación del personaje consisten en suavizar un poco las líneas de la mandíbula y la barbilla. De los demás detalles del rostro, se han mantenido igual que el personaje masculino la forma de ojos, nariz y boca.

El cambio más importante en la creación del modelo femenino, es el pelo. Como se decidió en la fase de bocetado, se esculpe el peinado de coleta en color azul. El pelo recogido se pensó que sería más acorde con temas de seguridad laboral, y sobre el color elegido, se eligió para salir un poco de los cánones tradicionales y darle un toque de originalidad al personaje.

No se decidió realizar cambios muy marcados entre modelos masculino y femenino para no perder la línea de estilo entre ellos. Con conseguir la caracterización femenina es suficiente, sin necesidad de añadir detalles innecesarios.



Detalle rostro chica.



Detalle cabeza por detrás chica.

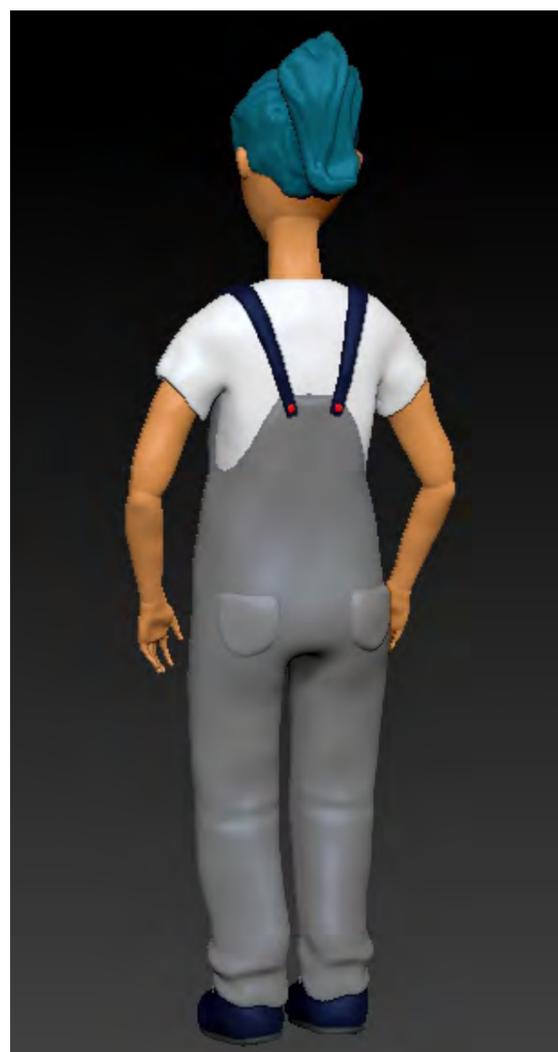
Sobre la vestimenta, al igual que en el modelo masculino, se crean los diseños para ambos ambientes de trabajo, el de fábrica y el de oficinas. Se ha optado por seguir la misma línea que las vestimentas masculinas. Así, en el traje de la trabajadora de fábrica, el mono de trabajo se mantiene igual al ser una prenda neutral, al igual que las

botas. El único cambio que se ha hecho es acortar ligeramente las mangas de la camiseta para asemejarla más a los modelos de mujer.

Por otro lado, en la trabajadora de oficinas, si que se ha realizado un cambio más visible, al variar el pantalón por falda, y diseñar los zapatos acorde con el nuevo modelo.



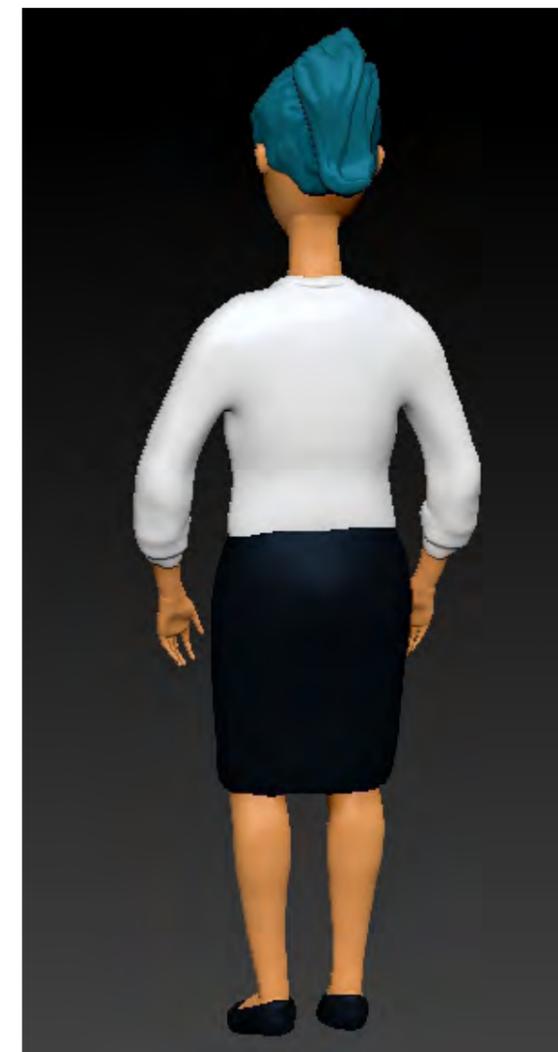
Modelo trabajadora fábrica delante.



Modelo trabajadora fábrica detrás.



Modelo trabajadora oficina delante.



Modelo trabajadora oficinas detrás.

Finalmente, y para terminar la fase de modelado del personaje, se inserta y ajusta la base de esqueleto.

Esta base, aparte de permitir certificar que las medidas del cuerpo sean las correctas, se utilizará en la visualización de las posiciones de los puestos de trabajo, para dar mayor información. Así, no solo se podrá ver cuáles son las posturas correctas e incorrectas en una acción, si no que además, se podrán conocer cuáles son los huesos que implica cada movimiento.



Modelo esqueleto.



Modelo esqueleto lateral.



Modelo esqueleto personaje femenino.

Análisis ergonómico del puesto de trabajo

Posiciones de trabajo

Como se comentó en la introducción de este proyecto, las lesiones musculoesqueléticas en el ámbito laboral son cada vez más frecuentes. La mayoría de estos traumatismos no se producen por accidentes aislados o de manera repentina, si no que son el resultado de la repetición prolongada en el tiempo de movimientos y posturas ergonómicamente incorrectas.

En el estudio de estos movimientos, se hace una división entre posturas neutras y posturas forzadas. Se denominan posturas neutras al rango de movimientos donde los músculos y articulaciones trabajan adecuadamente. Por lo general, este rango se encuentra en el punto medio del movimiento de la articulación. Cuando la acción implica salirse de este intervalo seguro, será una postura forzada, las articulaciones no se encuentran en posiciones neutras. Estas son las posiciones que, si se mantienen en un periodo continuado y sostenido en el tiempo, pueden implicar lesiones musculoesqueléticas.

En este trabajo, se analizarán las posiciones neutras y forzadas dividiendo el cuerpo en cinco zonas: cabeza y cuello; hombro y brazo; antebrazo, muñeca y mano; tronco; y piernas. Estas son las partes del cuerpo más afectadas por las lesiones en los puestos de trabajo, ya que son las que se utilizan en los movimientos mecánicos que implican la mayoría de tareas laborales.

De cada grupo, y con ayuda del personaje creado, se analizará el rango de posiciones neutras. A su vez, se incorporarán ejemplos de los movimientos más comunes en el ámbito de trabajo para ver la diferencia entre movimientos ergonómicamente correctos e incorrectos.

Presentación de las posiciones

Aparte de la creación del personaje y sus características, se planea cómo se presentará este en el curso, parte esencial para garantizar la transmisión de los contenidos.

Una forma de que el alumno sea más consciente de los peligros que puede entrañar una mala postura o movimiento, es pudiendo visualizar, no solo el cuerpo en su superficie, sino también la estructura ósea. Esto puede ser de gran utilidad para la comprensión de las lesiones, ya que estas en ocasiones implican tanto al músculo como al hueso. Y el hecho de ver cómo se realiza el movimiento articular, con el modelo esquelético, es la forma más clara.

Para ello, habiendo creado el personaje con un modelo de esqueleto insertado, es interesante ofrecer la posibilidad de que el cuerpo se transparente. La idea consistiría en que la zona del cuerpo que en ese movimiento sea clave, por ejemplo, en una flexión de brazo sería el codo, se transparentara la parte de la piel, permitiendo así la visualización de la articulación en hueso. Como el curso

de riesgos laborales no tiene por objeto enseñar anatomía o medicina, se cree más conveniente mostrar sólo la parte ósea. Es decir, podría visualizarse en dicha transparencia de la piel, toda la estructura interna del cuerpo, pero esto podría confundir al alumno y desviar su atención del movimiento del modelo, que realmente es lo que se quiere mostrar.

Respecto a la manera de mostrar cuáles son los movimientos y posturas más comunes, que ocasionan lesiones musculoesqueléticas, la opción que se plantea en este trabajo es la siguiente. Primeramente, mostrar el rango de los ángulos de una articulación, indicando dónde se encuentran las posturas neutras y en que punto comienzan a ser posturas forzadas. Esta información de ergonomía aclara los movimientos que no se puedan ver en los ejemplos, ya que es imposible mostrar todos los posibles casos de lesión musculoesquelética.

Después, complementar estos esquemas con los ejemplos más comunes donde se producen los movimientos incorrectos. Mostrando primero al personaje realizando el movimiento de forma errónea, para

posteriormente enseñarlo realizando la foma ergonómicamente correcta del mismo movimiento.

En las siguientes páginas, se desarrolla en imágenes un ejemplo de cómo sería esta propuesta de presentación de las posiciones. A la vez, con este desarrollo se realiza el análisis ergonómico de los movimientos y posiciones más comunes en el ámbito laboral, que incorrectamente realizadas implican lesiones musculoesqueléticas, y se plantean las correspondientes soluciones. Y así, se prueba finalmente que el modelo de personaje realizado es apto para su uso en el programa de formación de riesgos laborales.

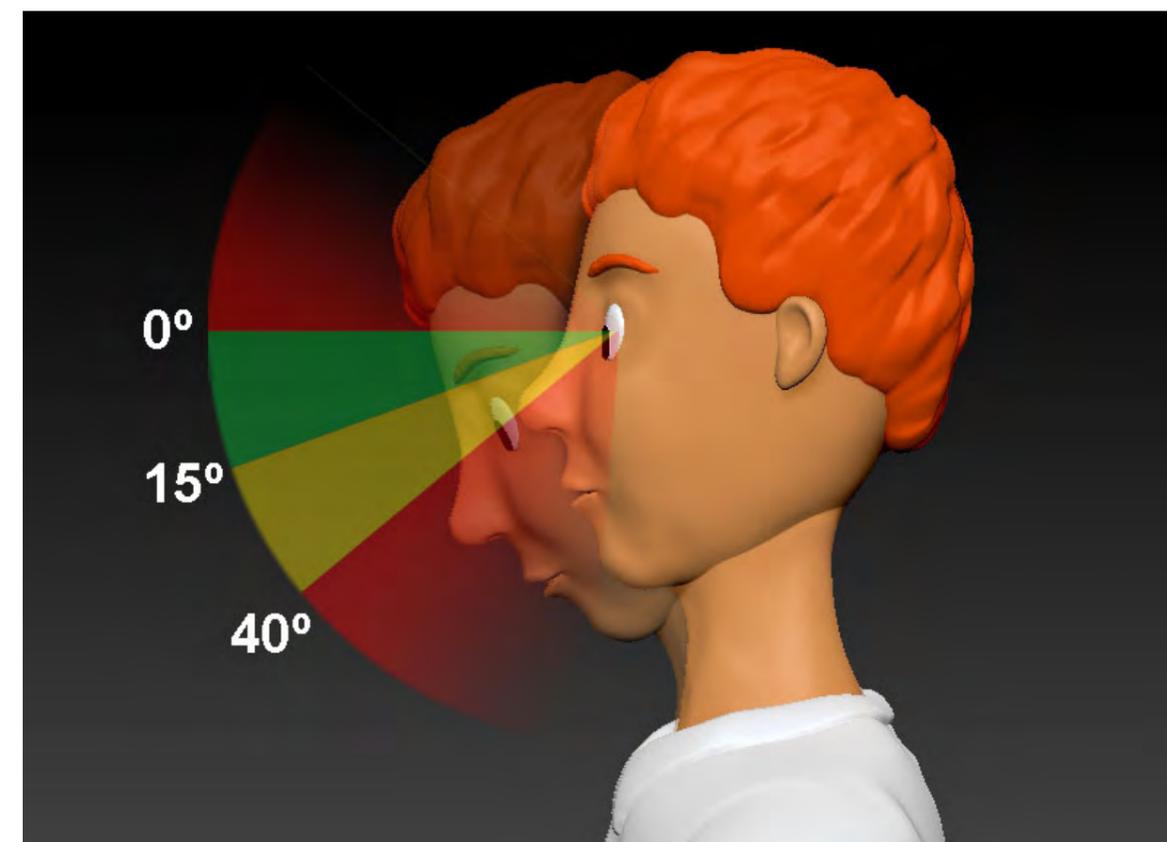
1. Cabeza y cuello

Esta zona es de las más afectadas en multitud de puestos de trabajo.

En la imagen de esta página, se muestran los rangos de las posiciones. En verde, se marca el intervalo de las posiciones neutras. En amarillo, se señala el rango de posiciones que en principio no llegan a ser forzadas, pero que en un intervalo de tiempo muy continuado pueden implicar algún riesgo para la salud del trabajador. Y en rojo, se indican los movimientos de

las posiciones forzadas.

En el caso de la flexión del cuello, los ángulos de movimiento correcto serían de 0° a 15° en movimiento hacia abajo. Entre 15° y 40°, se encuentra la zona intermedia de movimiento, pero a partir de estos 40° serían movimientos forzados y peligrosos para el trabajador.



Posiciones neutras y forzadas de la flexión del cuello.



Ejemplo de posición incorrecta en flexión de cuello.



Ejemplo de posición correcta en flexión de cuello.



Esqueleto implicado en flexión de cuello.

En estas páginas, se muestra un ejemplo de actividad en la que puede darse una mala postura de flexión del cuello. Es muy común, que en oficinas se adopte esta posición, llegando al rango de posturas forzadas. Para evitar esto, aparte de educar al trabajador en cuáles son las posiciones correctas e incorrectas, y las consecuencias de estas últimas, se pueden llevar a cabo algunos cambios para adaptar el puesto de trabajo a una posición ergonómica. Estos

cambios serían, entre otros, colocar la pantalla de ordenador a la altura de los ojos para evitar tener que mirar hacia abajo, y facilitar al trabajador una silla regulable con la que poder adaptarse a la altura de la mesa. Se desaconseja el uso de ordenadores portátiles porque reducen el espacio de trabajo, lo que nos obligaría a mantener posturas forzadas. Siempre se aconseja un teclado externo a la pantalla, para poder regular esta a la altura deseada.



Esqueleto implicado en flexión de cuello.

2. Hombro y brazo

En esta zona también se concentran muchos movimientos del día a día laboral.

Los rangos de posiciones neutras, como se indica en la imagen inferior, se encuentran entre los 0° y los 60°. Estos ángulos, son tanto para movimientos laterales o abducción, como para movimientos de extensión. Pero en este último el movimiento neutro sólo se realiza hacia delante, siendo la extensión hacia detrás una posición forzada.

En la página siguiente, se muestra un ejemplo de trabajo en almacén que implica el movimiento de extensión

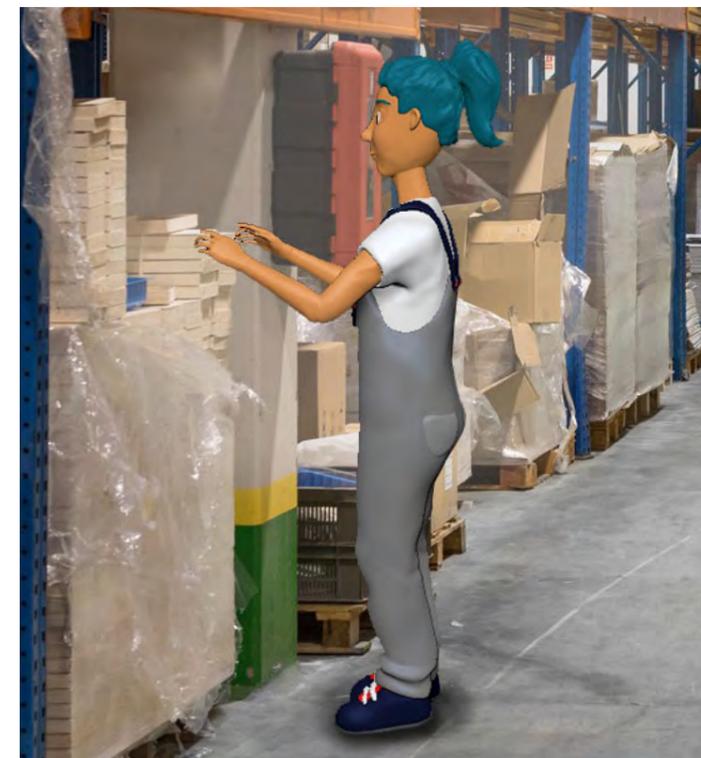
de brazo. Es muy común que para alcanzar algún objeto, se levanten los brazos por encima de los 60°, entrando en el rango de posturas forzadas. Para evitar esto, se aconseja usar elementos mecánicos como taburetes o escaleras, con el fin de facilitar el alcance a diferentes alturas sin necesidad de forzar el movimiento. Si esto no fuera posible, se aconseja realizar pausas periódicas o cambios de actividad que permitan relajar la zona muscular forzada.



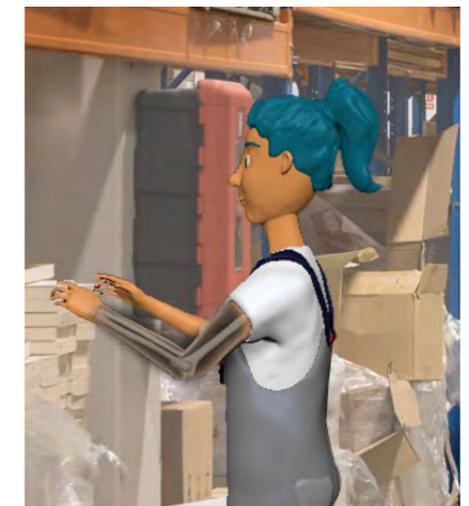
Ejemplo posición incorrecta extensión de brazo.



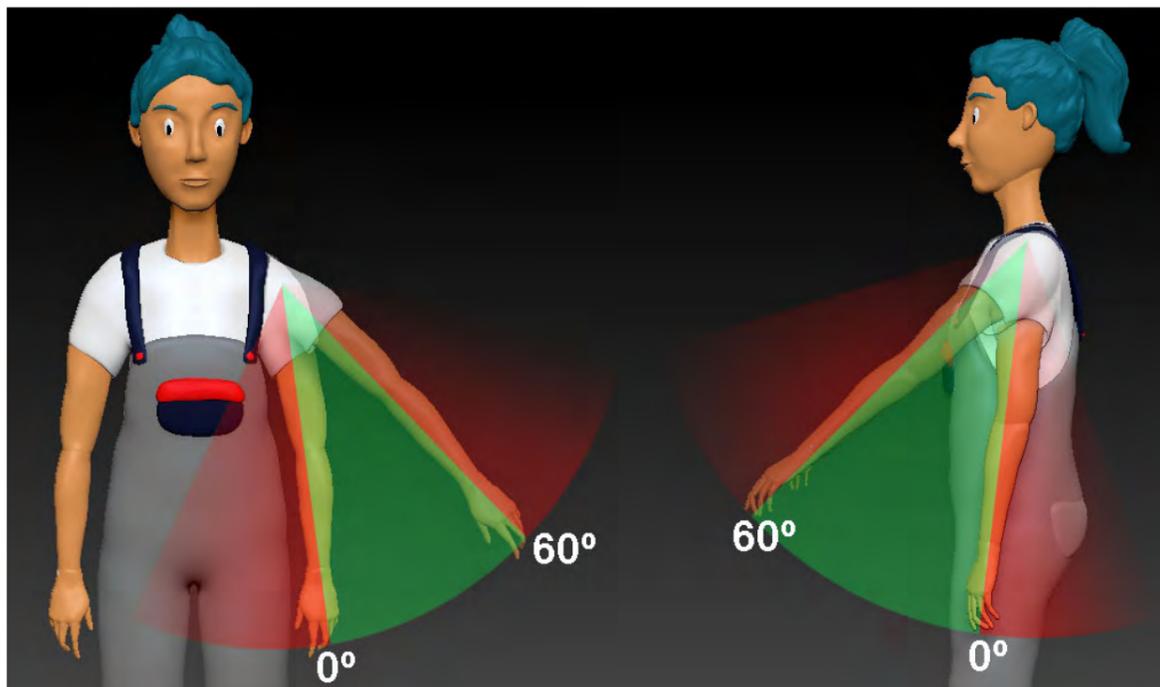
Esqueleto implicado en extensión de brazo.



Ejemplo posición correcta extensión de brazo.



Esqueleto implicado en extensión de brazo.



Posiciones neutras y forzadas de abducción y extensión del brazo.

3. Antebrazo, muñeca y mano

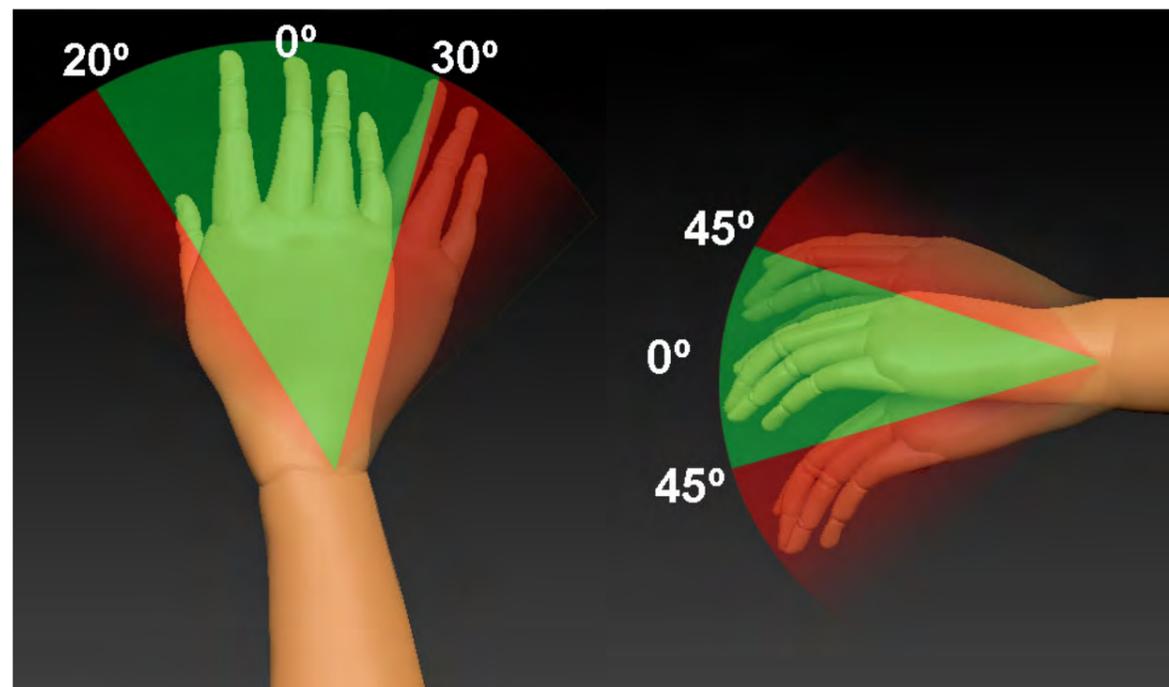
La articulación de la muñeca está implicada en casi todos los trabajos, ya que en la mayoría de tareas las manos son indispensables.

En los rangos de seguridad, la posiciones neutras en la desviación lateral van desde 0° a 30° en la desviación cubital (hacia la derecha en la imagen), y 20° en la desviación radial (hacia la izquierda en la imagen). En cuanto a la flexión y extensión, ambos márgenes son de 45° .

El ejemplo que se ha elegido para esta zona, es en el uso del teclado del ordenador. Es común una desviación lateral excesiva en el uso de estos

dispositivos. En este caso, también se desaconseja el uso de ordenadores portátiles, ya que su teclado suele ser de dimensiones más reducidas que los teclados independientes. Entonces al ser de menor tamaño obligan que las manos estén más juntas, siendo más difícil mantener los antebrazos rectos y en línea con las manos.

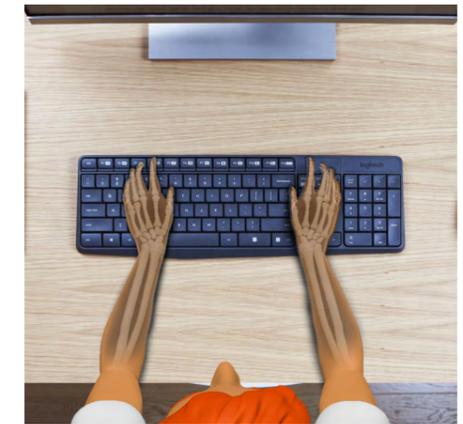
La postura ideal en este caso, sería manteniendo el antebrazo alineado con la mano, donde el ángulo de desviación de la muñeca fuera 0° . En su defecto, mantener siempre la postura dentro del rango de posiciones neutras. Además, para evitar tensión en los antebrazos, que posteriormente afectaría a hombros



Posiciones neutras y forzadas de desviación lateral, flexión y extensión de la muñeca.



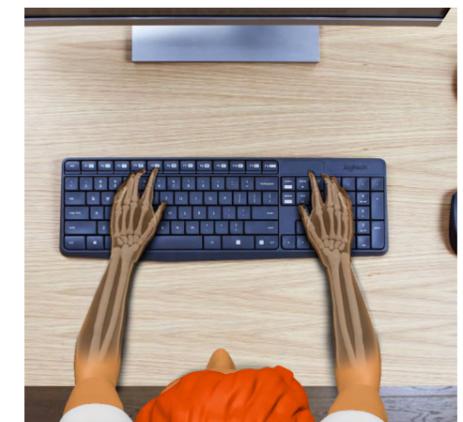
Ejemplo posición incorrecta desviación de muñeca.



Esqueleto implicado en la desviación de muñeca.



Ejemplo posición correcta desviación de muñeca.



Esqueleto implicado en la desviación de muñeca.

y cuello, es conveniente que tanto muñeca como antebrazo tengan una superficie de apoyo. Por ello es aconsejable que cuando se trabaje con el ordenador, se haga sobre una mesa lo suficientemente amplia para poder descansar los brazos. Los movimientos que implican la zona de mano, muñeca y antebrazo,

no sólo son comunes en trabajos de oficina, también aparecen en trabajos de fábricas y almacenes. Por ejemplo, al levantar cualquier tipo de peso, si se hace de forma manual y el objeto no dispone de los agarres adecuados, es muy probable que se sobrepasen los rangos neutros de flexión y extensión de muñeca.

4. Tronco

El tronco es el eje del cuerpo y en él recaen muchas posturas y movimientos.

En esta página y la siguiente, se presentan los movimientos de inclinación, y en las páginas 50 y 51, los movimientos de flexión, extensión y rotaciones de tronco.

En la imagen inferior, aparecen los rangos de posiciones neutras de inclinación, 10° hacia cada lado.

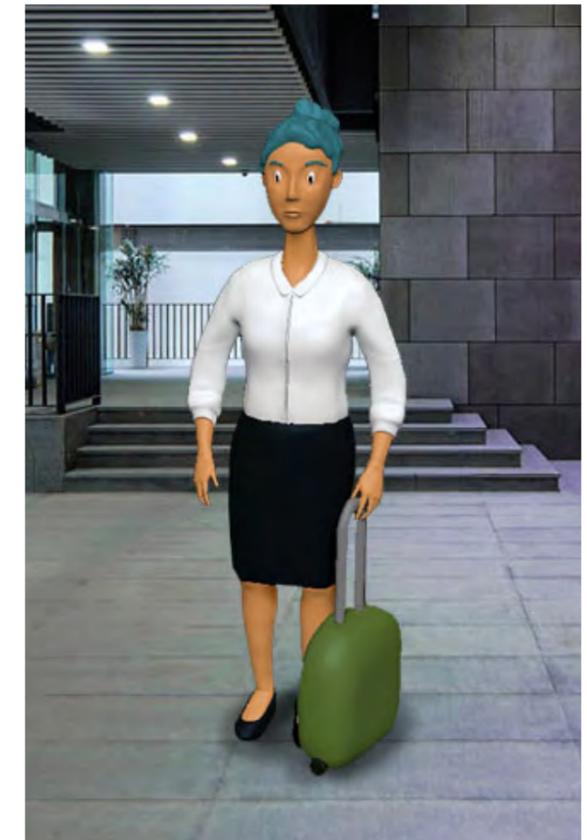
Como ejemplo para esta posición, se ha tomado la acción de cargar

con un maletín, usado por muchos trabajadores para transportar el ordenador o documentos, por ejemplo. La opción de un maletín, con una única asa y sin ruedas, suele dar lugar a inclinaciones forzadas, que debido al peso sobrepasen los 10° .

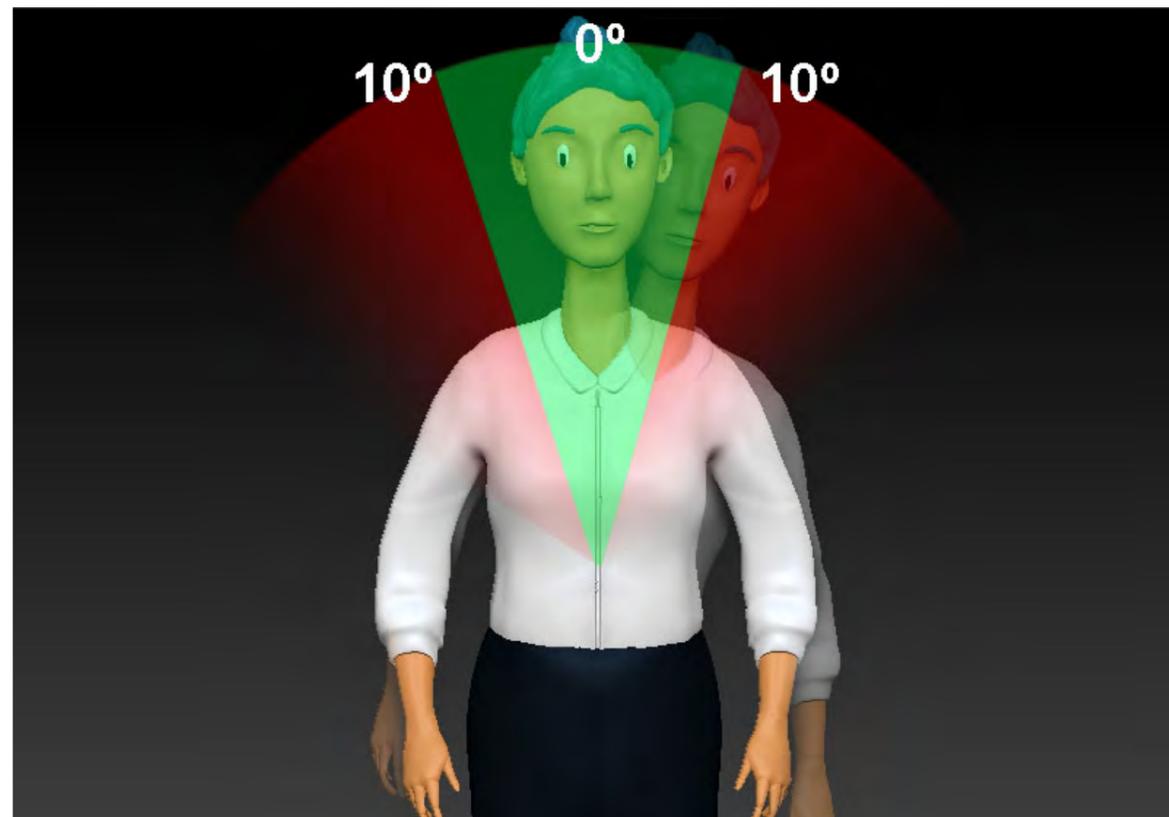
La solución a este problema, es elegir aquellas opciones que no impliquen una desviación del eje del tronco, pueden ser maletines con ruedas y con una altura adecuada del asa, o mochilas, con las que se reparte el peso equitativamente sobre los hombros.



Ejemplo posición incorrecta inclinación de tronco.



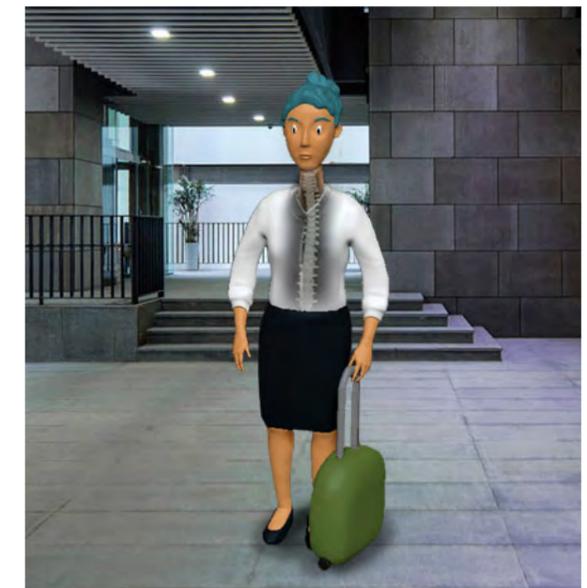
Ejemplo posición correcta inclinación de tronco.



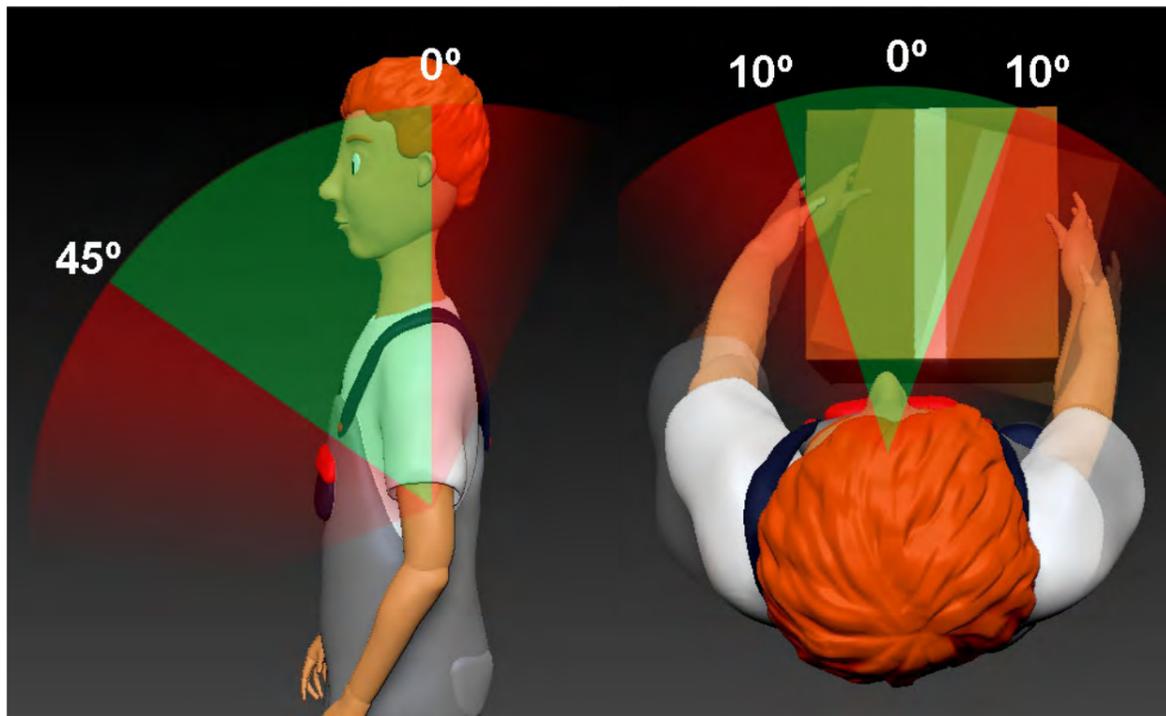
Posiciones neutras y forzadas de inclinación de tronco.



Esqueleto implicado en la inclinación de tronco.



Esqueleto implicado en la inclinación de tronco.



Posiciones neutras y forzadas de flexión, extensión y rotación de tronco.

En la imagen superior se muestran los rangos de posiciones neutras de flexión, 45°, extensión, 0°, y rotación del tronco, 10° a cada lado.



Ejemplo posición incorrecta flexión de tronco.



Esqueleto implicado en flexión de tronco.



Ejemplo posición correcta flexión de tronco.



Esqueleto implicado en flexión de tronco.



Ejemplo posición correcta flexión de tronco.



Esqueleto implicado en flexión de tronco.

Para ejemplificar esta posición, se ha elegido el movimiento de coger un peso del suelo.

La postura correcta que evita lesiones en la columna sería flexionando las piernas, y con la espalda recta levantar el peso. Para el transporte del

mismo, no se debería girar el tronco hacia ningún lado, mejor realizar el movimiento de giro con todo el cuerpo. Todo esto dentro de los rangos de peso que se aconseja cargar, que dependen del sexo, peso y fuerza de cada individuo.

5. Piernas

La última zona por tratar en el proyecto, son las piernas y pies. Estas partes, no suelen estar implicadas en lesiones musculoesqueléticas provocadas por movimientos o posiciones incorrectas realizadas de una manera continuada en el tiempo. Pero si que intervienen en algunas posiciones de trabajo, y es conveniente saber cuáles serían los movimientos correctos en estos casos. Los rangos de posiciones neutras de flexión de rodilla son muy amplios y no se ha creído de utilidad nombrarlos en este trabajo.

Un ejemplo de posibles posturas que impliquen las piernas, son los trabajos a baja altura, donde el individuo necesite arrodillarse. En este caso, sería un error mantener todo el peso solo sobre los pies, mientras las rodillas sufren un ángulo de flexión tan amplio. Una solución, sería apoyar una de las piernas en el suelo, sumando así un punto de apoyo que aumentará la estabilidad. Además, de esta manera se reduce el ángulo de flexión de la rodilla. Otra opción para solucionar este problema, sería sentarse en un taburete o soporte bajo si fuera posible, lo que descargaría a las piernas del peso del cuerpo.



Ejemplo posición correcta flexión de rodilla.



Esqueleto implicado en flexión de rodilla.



Ejemplo posición incorrecta flexión de rodilla.



Esqueleto implicado en flexión de rodilla.

Conclusión

En este trabajo, se ha tratado la creación de un personaje para su uso en un programa de realidad virtual sobre formación en seguridad laboral.

Primero, se analizaron las ofertas formativas existentes en el ámbito de la prevención laboral, y si existe algún caso en el que se empleen las nuevas tecnologías en la formación. Posteriormente, con esta información y tras el análisis e investigación del proceso de creación de un personaje, se lleva a cabo el modelado del mismo, realizado con el programa ZBrush. Una herramienta nueva que me ha permitido ampliar mi conocimiento sobre modelado virtual, ya que su interfaz y método de trabajo son diferentes de otros programas de modelado 3D que ya conocía.

Después, se ha desarrollado una labor de análisis sobre los movimientos

y posturas en el puesto de trabajo, ejemplos de lo que se abordaría en el curso de prevención para el que se destina el personaje. Esto se hace con dos finalidades, la primera, es testar el modelo para asegurar que cumpliría su función en el programa de realidad virtual. Y la segunda, sería crear una base de las posiciones más comunes en los puestos de trabajo, analizar los movimientos que implican y de ahí sacar ejemplos prácticos para enseñar cuáles son las posturas ergonómicamente correctas, que eviten lesiones musculoesqueléticas en el ámbito laboral. Finalmente, se prueba cómo sería su presentación en el curso de formación, concluyendo que, al ser una forma novedosa y práctica de presentar la información, sería un recurso didáctico muy adecuado para la enseñanza en prevención de riesgos laborales.

Pliego de condiciones

En este apartado se aborda el desarrollo de un pliego de condiciones como contrato entre diseñador y contratista. En este caso, al ser un trabajo final de grado, las cláusulas económicas no se han llevado a cabo como sería el caso de un contrato real.

Exposición

El objeto de este pliego es la definición de la normativa y las condiciones técnicas, facultativas, legales y económicas para el modelado de un personaje. Para ello contratista y contratado exponen que:

1 - Que la empresa está interesada en contratar los servicios del diseñador para el desarrollo del modelado que le encargue.

2 - Que el diseñador posee la experiencia y los medios necesarios para desarrollar los diseños que la empresa le encargue.

3 - Que ambas partes, reconociéndose mutuamente la capacidad legal para contratar y obligarse convienen en celebrar el presente contrato de encargo de servicios de diseño virtual, que se regirá de acuerdo con las siguientes cláusulas.

Primera - Objeto

Por el presente contrato, la empresa encarga al diseñador la realización de diseños con arreglo a las especificaciones técnicas y demás instrucciones dadas por la empresa a tal efecto.

Segunda - Solicitud de los servicios

El procedimiento para la prestación de servicios por el diseñador comenzará con la solicitud de servicios al diseñador mediante la hoja de encargo, que la empresa podrá emitir en cualquier momento mediante fax o correo electrónico, al número y dirección que figura en la cláusula octava.

Tercera - Prestación de los servicios y plazos

En la ejecución del presente contrato, las partes deberán ajustarse al siguiente

calendario de trabajo:

1. Bocetos:

El diseñador remitirá a la empresa en los 30 días posteriores a la fecha de la recepción de la hoja de encargo un boceto de los diseños solicitados con las características técnicas señaladas en la misma. Asimismo, el diseñador aportará a sus diseños las modificaciones que fuesen necesarias para una mejor realización y fabricación de cuanto se proyecte.

2. Aceptación de los bocetos:

Dentro de los 10 días posteriores a la recepción de los bocetos por parte de la empresa, ésta deberá comunicar por escrito al diseñador la aceptación de los bocetos remitidos. En el caso de que los bocetos presentados no fueran aceptados por la empresa, ésta renuncia en este mismo acto a cualquier derecho que pudiera llegar a ostentar sobre ellos, quedando éstos a disposición del diseñador para darle el uso que libremente desee o crea más conveniente.

3. Envío de planos y dibujos definitivos:

En el supuesto de que los bocetos hayan sido aceptados por la empresa, el diseñador dispondrá de un plazo de 80 días, contados desde la fecha de la recepción de la aceptación, para remitir, por medio de correo electrónico u ordinario a las direcciones señaladas en la cláusula octava del presente contrato, los dibujos y planos definitivos de los diseños solicitados, con las características técnicas señaladas en el presente contrato. Sin embargo, si una vez remitidos los dibujos y planos definitivos de los diseños solicitados, se produjere una anulación, la empresa se compromete a remunerar el trabajo realizado por el diseñador hasta la fecha de anulación del contrato de conformidad con las tarifas de precios establecidas en la cláusula siguiente del presente contrato. Asimismo, los bocetos y originales del diseño son propiedad del diseñador y, en su caso, le serán devueltos a éste, previa notificación, una vez utilizados para aquello que fueron creados.

Cualquier cambio sustancial del contenido de la hoja de encargo podrá implicar una revisión del presupuesto y plazo de entrega o ejecución de los servicios prestados por el diseñador. En este supuesto, las partes firmarán un anexo al primer presupuesto señalando el nuevo presupuesto, su forma de pago y el plazo de entrega de la creación o prestación de servicios.

Cuarta - Tarifas de precios y remuneración

Los servicios a prestar por el diseñador se regirán por los precios que figuran en

el apartado de presupuestos. Esta tarifa tiene el carácter de confidencial y podrá ser revisada y actualizada por el diseñador cuando éste lo considere conveniente. Todas las cantidades deberán incrementarse con el correspondiente IVA.

Quinta - Forma de pago

La empresa satisfará el precio de los servicios de diseño al diseñador de la siguiente forma:

- El 50% dentro de los dos días siguientes a la fecha de remisión del boceto por parte del Diseñador.
- El restante 50% en el momento de la aceptación de los bocetos.

Las partes convienen que el diseñador no comenzará a realizar los dibujos y planos definitivos hasta que la empresa haya efectuado el pago de esta cantidad.

Ambos pagos se realizarán mediante transferencia bancaria a la siguiente cuenta _____, siendo todos los gastos derivados de dicha transferencia a cuenta de la empresa.

Asimismo, la empresa satisfará el precio de la remuneración pactada por la repetición y/o tirada de los diseños de forma semestral.

Sexta - Obligaciones de las partes

En el desarrollo de este contrato la empresa queda obligada, a mero título enunciativo, a:

1. Colaborar en todo lo posible con el diseñador para garantizar que le sea respetada la propiedad intelectual que ostenta sobre el diseño.
2. Las obras del diseñador sólo pueden ser usadas de la forma acordada y para la finalidad acordada dentro del contexto acordado. A falta de acuerdo expreso, dicha finalidad será la aclarada por la empresa en el momento del encargo. La empresa adquiere el derecho de usar el diseño en la forma acordada con el pago completo del precio.
3. La cesión de los derechos de utilización o explotación del diseño definitivo o de sus bocetos a terceros, requiere el consentimiento del diseñador.
4. Facilitar en todo momento la información y documentación que solicite el diseñador para el efectivo desarrollo del diseño.
5. Guardar confidencialidad y no facilitar a terceras personas ningún tipo de información sobre el diseño hasta que no haya sido satisfecho en su totalidad el precio pactado.

6. No cambiar, alterar, corregir o adaptar el diseño, o utilizarlo para otro fin distinto del fijado entre las partes, sin el consentimiento expreso del diseñador.

7. Para las utilidades repetidas o las utilidades múltiples se requerirá el previo consentimiento del diseñador y serán compensadas económicamente por la empresa al diseñador de conformidad con el precio establecido en la tarifa correspondiente.

8. Tratar con todo respeto el diseño elaborado por el diseñador, ya sea el definitivo o el boceto, obligándose a no romperlo ni deteriorarlo, y si así fuera, tendrá que responder de los posibles daños y perjuicios que cause al diseñador.

9. Aceptar la posible revisión del diseño, antes de comenzar cualquier proceso de explotación, uso, difusión o impresión del mismo, y liberar al diseñador de cualquier responsabilidad por los errores o defectos que se pudieron producir y no fueron puestos de manifiesto en un plazo de 15 días, contados desde la fecha de recepción de la aceptación de los bocetos.

10. Satisfacer la remuneración pactada en el presente contrato.

Por su parte, el diseñador está obligado a:

1. Realizar el diseño acordado, de conformidad con lo establecido en la cláusula primera del presente contrato.
2. Entregar el diseño en el término convenido, a contar desde la fecha en que se obtenga toda la información y documentación necesaria para la ejecución del mencionado diseño.
3. No facilitar ningún tipo de información a terceros sobre el diseño, a excepción de la información que el diseñador debiera facilitar a sus colaboradores.
4. Prestar todos los servicios descritos en el presente contrato, atendiendo las sugerencias que a tal efecto reciba de la empresa.

Séptima - Propiedad intelectual e industrial

El diseñador ostentará la titularidad de la propiedad industrial de los modelos diseñados en virtud del presente contrato de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 20/2003 de Protección Jurídica del Diseño Industrial y, por tanto, esta titularidad deberá verse reflejada en las colecciones de la empresa. En este sentido, deberá aparecer en todo tipo de promoción del diseño, realizada por cualquier medio publicitario, el nombre del diseñador en un lugar destacado y preferente.

Asimismo, el diseñador facilitará a la empresa todo el material necesario para que aparezca su identificación como autor de la obra en las promociones, tales como fotografías, información sobre su trayectoria profesional, etc.

El diseñador cede en exclusiva, a la empresa los derechos de explotación, no así la propiedad, de los diseños que realice en virtud del presente contrato por un plazo de (10 años) a contar desde la recepción de los mismos conforme a lo establecido en la cláusula tercera.

Asimismo, la empresa deberá registrar su derecho de explotación en exclusiva de los diseños objeto del presente contrato, con la finalidad de evitar cualquier tipo de vulneración de los derechos de propiedad industrial e intelectual, tanto a nivel nacional, como a nivel internacional, si pretende, comercializar los diseños en otros países.

Octava - Notificaciones y comunicación

Las partes están de acuerdo en que toda comunicación o notificación dirigidas a la empresa o al diseñador derivadas de la ejecución y desarrollo del presente contrato se harán a las siguientes direcciones y personas:

El diseñador

D. _____

Domicilio: _____

Código postal: _____

Teléfono: _____

Fax: _____

Correo electrónico: _____

La empresa

D. _____

Domicilio: _____

Código postal: _____

Teléfono: _____

Fax: _____

Correo electrónico: _____

Novena - Causas de resolución

El presente contrato estará vigente desde su firma hasta que una de las partes notifique a la otra fehacientemente, y con un plazo de antelación de 10 días, su intención de resolverlo.

No obstante lo dispuesto en el anterior párrafo, son causas de resolución del presente contrato, por cualquiera de ambas partes, sin necesidad del preaviso

señalado, siendo suficiente la comunicación fehaciente a la otra parte, las siguientes:

1. Cuando la otra parte hubiere incumplido total o parcialmente cualquiera de las obligaciones legal o contractualmente establecidas, en particular cualquiera de los preceptos de este contrato.

2. En el supuesto de que alguna de las partes solicite el concurso o sea declarado en concurso, de acuerdo con la Ley 22/2003 de 9 de julio.

3. Cuando se paraliza la realización del diseño por causa ajena a las partes. En este caso, la empresa se compromete a abonar los gastos y trabajos realizados por el diseñador hasta aquel momento.

Décima - Naturaleza del contrato

La relación contractual entre el diseñador y la empresa es de naturaleza mercantil. En este sentido, las partes expresamente convienen que el presente contrato no implica ni supone ninguna asociación o dependencia entre ellas, ni otorga a ninguna de las partes facultad alguna para representar o vincular a la otra parte frente a terceros, a menos que expresamente las partes establezcan lo contrario, por lo que ambas partes son absolutamente independientes y autónomas.

Undécima - Gastos y tributos

Los gastos y tributos que legalmente correspondan serán soportados exclusivamente por la empresa.

Duodécima - Otras manifestaciones

El diseñador tiene derecho a reclamar que su diseño sea explotado satisfactoriamente, sin que se introduzcan cambios o alteraciones sin su previo consentimiento. Si ello no fuera respetado, el diseñador podrá ejercer las acciones judiciales o extrajudiciales que estime oportunas para reparar el daño causado.

Decimotercera - Sumisión expresa a fuero

Con renuncia expresa al fuero que les sea competente, las partes acuerdan que serán los juzgados y tribunales de _____ los únicos competentes para conocer los pleitos a que pudiera dar lugar la aplicación, interpretación o extinción del presente contrato.

Leído el presente contrato y encontrado conforme, las partes se obligan a su cumplimiento en prueba de lo cual los firman por duplicado y a un sólo efecto en el lugar y fecha arriba indicados.

Finalmente, las firmas de ambas partes cerrarían el contrato.

Presupuesto

Para finalizar este proyecto se calcula el presupuesto necesario para su realización.

En él, se tienen en cuenta los parámetros de costes, valor del diseñador y valor del diseño, a lo que se suma el Impuesto de Valor Añadido (IVA), que al ser un producto digital es del 21% del coste total. En este caso, respecto a los costes, son en su totalidad costes indirectos, ya que no es un producto físico, si no virtual. Estos costes indirectos se refieren a todos aquellos elementos que aporta el diseñador para la realización del proyecto. En cuanto al valor del diseñador, el precio engloba los honorarios del diseñador, es decir, tiempo dedicado y su valía. Por último, se incluye el valor del diseño, un porcentaje del coste de realización, que representa la ideación y creación del diseño.

En la siguiente página se desarrollan las tablas del presupuesto, quedando un total de coste del proyecto de 1147,89€.

Costes indirectos	484,60€
Equipo:	46,00€
Ordenador portátil: 552€ para 5 años (uso durante 5 meses)	46,00€
Licencias de Software:	153,65€
ZBrush: 664,24€ para 5 años (uso durante 5 meses)	55,35€
Paquete Adobe (InDesign, Photoshop): 235,92€ anual (uso durante 5 meses)	98,30€
Gastos de internet:	135€
(5 meses por tarifa de 27€ mensual)	
Gastos de electricidad:	150€
(5 meses por tarifa de 30€ mensual)	
Valor del diseñador	400€
Ganancia del diseñador:	400€
(5 meses = 20 semanas con 5 días hábiles por 4 horas, con un valor de 5€/hora, al ser una estudiante)	
Coste bruto	886,60€
Costes indirectos + Valor del diseñador	
Coste total sin impuestos	948,66€
(Coste bruto + Valor del diseño)	
Valor del diseño:	
(7% del coste total sin impuestos)	62,06€
Coste total del proyecto	1147,89€
Coste total sin impuestos + 21% de IVA	

Bibliografía

BOE num. 269 (1995, 10 de noviembre). Extraído el 14 de junio desde <https://www.boe.es/boe/dias/1995/11/10/pdfs/A32590-32611.pdf>

Canal del personaje Napo desde <https://www.youtube.com/channel/UCWand6ccct3nuQU44mv0qlg>

Cano Galán, Y. La formación en prevención de riesgos laborales: su configuración como deber de los trabajadores. Extraído el 20 de julio desde http://www.ehu.eus/documents/2293351/2391784/normas_apa_tfg.pdf

Contrato básico de diseño. Extraído el 20 de agosto de 2017 desde http://disseny.ivace.es/index.php?option=com_content&task=view&id=1051&Itemid=395

Diseño de personajes (s.f.). Extraído el 10 de junio de 2017 desde https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/228101_2_VIRTUAL/OAAPs/OAAP3/AA4/OA15/archivos/oapdf.pdf

El cuerpo y sus proporciones (s.f.). Extraído el 23 de junio de 2017 desde <http://marmotfishstudio.wikidot.com/comic:clase2:0809>

EjeZeta (2016, 1 de junio). Cómo empezar a trabajar con ZBrush. Extraído el 5 de junio desde <http://www.ejezeta.cl/2016/06/01/empezar-trabajar-zbrush/>

Guía de usuario de ZBrush desde <http://docs.pixologic.com/user-guide/>

La salud y la seguridad en el trabajo. Extraído el 12 de julio desde [http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/ergo/ergonomi.htm]

López Muñoz, D. (2015). El diseño de personaje en Pixar. Extraído el 17 de junio de 2017 desde <https://www.educaixa.com/-/el-diseno-de-personajes-en-pixar>

Prevención de riesgos. Extraído el 15 de julio desde <http://ergodep.ibv.org/documentos-de-formacion/1-documentos-de-introduccion/504-las-lesiones-musculo-esqueleticas.html>

Prevención de riesgos laborales. Extraído el 12 de julio desde <https://www.upc.edu/prevenio/es/ergonomia-y-psicosocial/recomendaciones-ergonomicas>

Sepúlveda, G. (2009, 13 de diciembre). Tips para el diseño de personajes. Extraído el 17 de junio de 2017 desde <http://www.neopixel.com.mx/articulos-neopixel/menu-animacion/497-diseno-d-personajes.html>

Strain Index APP desde <http://www.prevenzion.com/>

Técnicas avanzadas de modelado tridimensional. <https://media.upv.es>

Vídeo promocional de la aplicación “Strain Index APP” desde <https://www.youtube.com/watch?v=3vgiXgil4lg>

