



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de un juego de casa de muñecas para el
tabletop interactivo NIKVision

Autora

Patricia Tomás Garrido

Directora

Dra. Eva Cerezo Bagdasari

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2012

DERECHOS DE AUTOR

Los derechos de la presente obra pertenecen a Patricia Tomás Garrido, a la Dra. Eva Cerezo Bagdasari del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza y a Javier Marco Rubio. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin el permiso escrito de los autores.





AGRADECIMIENTOS

Al grupo GIGA de la Universidad de Zaragoza por ofrecerme este proyecto y, en especial, a Eva Cerezo por su ayuda con la redacción de la memoria y por su labor como directora del proyecto.

A Javier Marco por haberme enseñado todo lo necesario para la realización del proyecto y haberme guiado con las dudas y problemas, aún estando lejos.

A mi compañera de laboratorio Beatriz por ayudarme con los pequeños problemas que iban surgiendo día a día y por aportar sus ideas en momentos de baja inspiración.

A mi familia y amigos por apoyarme y animarme durante todo el desarrollo del proyecto.





Diseño de un juego de casa de muñecas para el tabletop interactivo NIKVision

RESUMEN

El trabajo realizado ha consistido en el diseño de la interfaz de un videojuego para niños, destinado al tabletop NIKVision. NIKVision es un prototipo de mesa interactiva desarrollada por el grupo GIGA Affective Lab para el que se han creado, y se siguen desarrollando, juegos educativos orientados a niños de educación infantil y educación especial, en los que se juega manipulando objetos sobre una superficie interactiva.

El juego del tipo “casa de muñecas”, destinado a niños de entre tres y cinco años, se ha realizado completamente desde el principio, desde la definición del concepto hasta el desarrollo completo de su interfaz 3D y 2D. Para su correcto diseño, ha sido necesario el análisis de varios aspectos:

- Se han analizado las características cognitivas y de desarrollo de los niños, así como sus métodos de aprendizaje.

- Se ha realizado un segundo estudio sobre el diseño y las características de los juegos y videojuegos existentes con temática similar y destinados al mismo rango de usuarios.

- Se han estudiado las características del tabletop NIKVision, así como las posibilidades que ofrece este tipo de tecnología.

Tras estos estudios, se han obtenido las conclusiones necesarias para la realización de un juego adecuado para el rango de edades establecido y para el soporte sobre el que se aplica, el tabletop NIKVision.

El primer paso en el desarrollo del juego ha sido el diseño de tres alternativas conceptuales, similares entre sí pero con diferentes objetivos formativos. Tras analizar sus beneficios y deficiencias, se ha seleccionado el concepto final a desarrollar.

Una vez establecidos los objetivos del juego, sus contenidos y diseño, se ha comenzado a modelar el escenario y los objetos 3D. A continuación, se han aplicado las texturas y la iluminación, y se han animado algunos elementos.

Por último, se ha diseñado la interfaz 2D, teniendo en cuenta los gráficos 3D para establecer la correspondencia adecuada entre ambos escenarios. Se han creado las interfaces de cada parte del juego y los elementos interactivos.

Una vez que todos los componentes del juego se han desarrollado completamente, han sido exportados mediante la herramienta Flare 3D.





ÍNDICE

MEMORIA

1. Ámbito del proyecto y objetivos	1
1.1 Ámbito del proyecto	3
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo principal	3
1.2.2 Objetivos secundarios	4
2. Documentación	5
2.1 El niño y el juego	7
2.2 El juego simbólico	8
2.2.1 Capacidad formativa de los juegos	8
2.2.2 Diseño de videojuegos	9
2.3 Juegos de casa de muñecas	10
3.3.1 Características formativas	10
3.3.2 Tipos de juegos	11
3.3.3 Videojuegos de casas de muñecas	12
2.4 Interacción tangible y niños	14
3.4.1 Tangibles y niños	14
3.4.2 NIKVision	14
2.5 Conclusiones	16
3. Trabajo realizado	17
3.1 Planteamiento inicial	19



3.2 Fase creativa	20
3.2.1 Concepto 1.....	20
3.2.2 Concepto 2.....	22
3.2.3 Concepto 3.....	24
3.3 Selección de concepto.....	25
3.4 Desarrollo final del juego.....	26
3.4.1 Diseño de la interfaz 3D.....	27
3.4.2 Diseño de la interfaz 2D.....	38
4. Resultados.....	47
4.1 Elementos de la interfaz 3D	49
4.1.1 Escenario	49
4.1.2 Objetos	50
4.1.3 Animaciones 3D.....	62
4.2 Elementos de la interfaz 2D	63
4.2.1 Objetos	63
4.2.2 Animaciones 2D.....	66
4.3 Juego.....	67
4.3.1 Mini-juego “Decora tu casa”	67
4.3.2 Mini-juego “Cada cosa en su lugar”	71
4.3.3 Mini-juego “Ordena la habitación”	75
5. Conclusiones y trabajo futuro	81
6.1 Conclusiones.....	83
6.2 Trabajo futuro.....	84



Anexo A. Desarrollo del niño y teorías del aprendizaje	85
A.1 El desarrollo del niño	87
A.1.1 Desarrollo cognitivo	87
A.1.2 Desarrollo lingüístico	88
A.1.3 Desarrollo psicomotor	88
A.1.3 Desarrollo social	89
A.2 Las teorías del aprendizaje	89
A.2.1 Teoría conductivista.....	89
A.2.2 Teoría cognoscitiva	90
A.2.3 Otras teorías	92
A.2.4 Conclusiones.....	93
Anexo B. Interacción tangible y juego.....	95
B.1 Beneficios de la interacción tangible para el aprendizaje.....	97
B.2 Diseño de interfaces tangibles.....	98
B.3 Juguetes y juegos tangibles	99
B.3.1 Juguetes tangibles	99
B.3.2 Tabletops tangibles.....	102
B.3.3 Juegos NIKVision.....	103
Anexo C. Modelado, texturizado y animaciones.....	107
C.1 Modelado	109
C.2 Mapeado, texturas y materiales	153
C.3 Animaciones.....	195
Anexo D. Software utilizado.....	209



Anexo E. Desarrollo temporal del trabajo	213
Referencias	217

Para la redacción de esta memoria se ha tenido en cuenta el límite de las 10.000 palabras, ya que hay gran cantidad de imágenes que elevan el número de páginas.



1. ÁMBITO DEL PROYECTO Y OBJETIVOS





1. Ámbito del proyecto y objetivos

1.1 Ámbito del proyecto

Este trabajo fin de grado ha sido desarrollado en el seno del GIGA AffectiveLab. Se trata de un grupo de investigación especializado en agentes virtuales e interacción multimodal y natural, con especial atención a la computación afectiva (en concreto, a la detección a través de expresiones faciales del estado emocional del usuario) y a la interacción tangible.

Dentro de la línea de investigación en interacción tangible, se está desarrollando NIKVision, una videoconsola tangible que permite la interacción simultánea de dos o tres jugadores. Con NIKVision se están explorando los beneficios educativos que este tipo de tecnologías ofrecen a niños desde los tres años, como son el juego en grupo y el aprendizaje manipulativo a través de objetos convencionales.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo principal

El objetivo principal del trabajo es el diseño y creación de un juego de casa de muñecas para la videoconsola tangible NIKVision. En concreto, será necesario realizar varias propuestas con el fin de seleccionar y desarrollar el mejor concepto. Se diseñará el guión completo del juego y se crearán los gráficos y animaciones 3D del mismo, así como los gráficos y controles interactivos de la interfaz 2D.

- **Diseño del guión**

Se diseñarán varias alternativas de juego que deberán ser apropiadas, a la vez que atractivas, para niños de entre tres y siete años de edad. Además, se tendrán en cuenta aspectos formativos que permitan desarrollar diversas capacidades, como la psicomotricidad o la socialización. Esto implicará un estudio sobre el desarrollo cognitivo, social, psicomotor y lingüístico, y aspectos relacionados con el aprendizaje y la psicología infantil.

En el diseño del guión definitivo deberá quedar claro qué, quién, cómo y dónde se realiza y ocurre cada acción, así como la finalidad del juego. De esta forma, el niño será capaz de entender el funcionamiento del juego y el objetivo a alcanzar.

- **Diseño y creación de gráficos 3D**

Se diseñarán los gráficos 3D del juego orientándolos hacia sus usuarios, de forma que resulten atractivos para ellos. Esto implicará un análisis de las características y diseño de los juegos y videojuegos para niños.



El escenario diseñado deberá ser coherente con el argumento del juego, con el fin de que el niño reconozca fácilmente a qué está jugando. Del mismo modo, se diseñarán los objetos necesarios, que podrán ser estáticos dentro del escenario, animados o dinámicos (aquellos con los que el niño podrá interactuar). Deberá quedar claro qué objetos puede manipular el niño y cuáles no.

El modelado, texturizado e iluminación de estos elementos se realizará con 3ds Max. Se tendrán que cumplir una serie de requisitos técnicos, al tratarse de un juego en tiempo real orientado a videoconsolas. Estos requisitos suponen modelar el escenario y los objetos con el menor número de polígonos posible, y utilizar texturas con unas determinadas dimensiones y haciendo uso del modelo de color RGB.

- **Diseño y creación de gráficos 2D**

Al igual que los gráficos 3D, el diseño de la interfaz 2D deberá estar orientada a los usuarios. Los elementos de interacción serán adecuados e intuitivos, con el fin de que los niños puedan interactuar fácilmente.

El escenario y los elementos deberán corresponderse con los diseñados en el gráfico 3D, de forma que el niño sepa en todo momento las consecuencias que tiene en el mundo 3D su interacción en la interfaz 2D y que pueda identificar ambos escenarios como uno único pero desde distintas perspectivas.

Los elementos y controles interactivos se diseñarán con Adobe Flash.

- **Animación de objetos**

Algunos de los objetos creados, tanto en el entorno 3D como en el entorno 2D, estarán animados según las necesidades del guión, tratando de crear un entorno más dinámico y visualmente atractivo. Estas animaciones se llevarán a cabo tanto con 3ds Max como con Adobe Flash, dependiendo del objeto que se vaya a animar y de cómo va a ser esa animación.

1.2.2 Objetivos secundarios

Alcanzar el objetivo principal conllevará una serie de objetivos secundarios:

- Será necesario familiarizarse con el tabletop NIKVision y los juegos ya existentes, con el fin de conocer su funcionamiento y las posibilidades que ofrece, pudiendo así diseñar un juego adecuadamente adaptado al dispositivo.
- Se profundizará en algunas herramientas aprendidas durante la carrera sobre modelado, texturizado, iluminación y animación. Así mismo, se ampliarán estos conocimientos con herramientas nuevas de exportación de objetos y animaciones.
- Se trabajará con un tipo de usuario muy específico, niños de entre tres y siete años, lo que implicará la necesidad de estudiar detalladamente sus características.



2. DOCUMENTACIÓN





2. Documentación

2.1 El niño y el juego

El juego es una actividad fundamental en el desarrollo del niño, ya que favorece su progreso intelectual, físico, emocional y social. El juego le aporta una larga serie de experiencias que responden a las necesidades específicas de cada etapa de crecimiento. Por ello, es importante propiciar los juegos más adecuados en cada fase de desarrollo, para estimular así la mejora de sus capacidades.

Aunque cada niño es único y es posible que cada uno de ellos desarrolle estas capacidades antes o después de la edad establecida como normal, existen una serie de pautas generales en lo que se refiere a su desarrollo y personalidad según su edad, estableciéndose unos rasgos concretos y comunes.

A la hora de diseñar juegos para niños se debe conocer cuál es el comportamiento propio de cada edad, sus intereses y capacidades, así como sus técnicas de aprendizaje. Por ello, se ha realizado un estudio sobre el desarrollo del niño y las teorías del aprendizaje extrayendo las principales características de interés para el diseño del juego. En este caso, el juego está enfocado a niños y niñas de entre tres y siete años, por lo que el estudio se centrará en este rango de edades.

En el anexo A se encuentra detallado el estudio realizado. Se muestran aquí las conclusiones del mismo y los detalles a tener en cuenta a la hora de diseñar un videojuego para niños.

Los niños y niñas de edades comprendidas entre los tres y siete años manejan el mundo de manera simbólica, existiendo en ellos un idioma funcional expresado mediante símbolos y dibujos. Por ello, será interesante crear un juego que incluya tanto juguetes simbólicos que el niño pueda manipular, como dibujos que pueda identificar fácilmente y le ayuden a comprender qué está pasando en el juego. Ambos elementos podrán ser incluidos gracias al sistema empleado por el tabletop NIKVision, que permite interactuar con imágenes gráficas y elementos físicos.

Dado que los pequeños son capaces de comprender identidades, el juego podrá incluir objetos iguales con diferentes apariencias, de forma que el niño sabrá identificar que, aunque aparentemente son diferentes, el objeto es el mismo.

Una forma de acelerar el desarrollo de los niños será mejorar su capacidad para ordenar por categorías, incluyendo opciones en el juego que enseñen al niño a clasificar objetos. En el juego de casa de muñecas, los objetos podrán estar agrupados según la habitación a la que pertenezcan.

Además, a estas edades comienzan a desarrollar su capacidad lingüística y repiten las palabras que oyen, por lo que el juego puede ayudar al niño emitiendo un sonido con la palabra que nombra a cada objeto. En el caso de niños a partir de cinco años, que ya empiezan a leer, podrá aparecer la palabra escrita en el propio juego.

Por otro lado, los pequeños ya poseen una coordinación óculo-manual que les permite



ser capaces de relacionar los juguetes que manejan con los dibujos que ven durante el juego. De esta forma, el niño podrá entender que sus acciones en el mundo físico tendrán consecuencias en el mundo digital representado en el tabletop. Su desarrollo motriz es suficiente para que puedan manipular los juguetes con facilidad. Por ello, el juego aprovechará esas capacidades para que el niño realice diferentes ejercicios motrices durante la actividad. La habilidad para escribir palabras a partir de los cinco años podrá utilizarse en el juego para que el pequeño desarrolle esa capacidad.

Finalmente, los niños a estas edades empiezan a adaptarse al juego social al ser capaces de comunicarse con los demás y comienzan a inventar e imaginar nuevos juegos. Además, sienten curiosidad por todo lo que les rodea y les gusta hablar para sí mismos y sentirse escuchados. Por ello, se intentará crear un juego que permita al niño jugar con sus compañeros y poder disponer de un acompañante (padre, profesor...) que pueda dialogar con él sobre lo que ve y hace, ayudándole así a desarrollar su lenguaje. Dado que el tabletop permite el juego colaborativo, este requisito será fácilmente alcanzable. También se buscará que el juego permita al niño desarrollar su imaginación e inventar su propia historia, capacidades que el pequeño podrá mejorar en el juego de casa de muñecas. Dado que a los seis y siete años surge la idea de competitividad, el juego podrá incluir pequeñas reglas que permitan al niño competir con sus iguales.

2.2 El juego simbólico

2.2.1 Capacidad formativa de los juegos

Un buen medio para conocer los objetivos de aprendizaje y la capacidad formativa que deberán poseer los juegos es el Currículo de Educación Infantil de Aragón [4]. Estos objetivos se dividen en tres áreas:

- Identidad y autonomía personal: se basa en el conocimiento del individuo, de sus características y posibilidades.
- Medio físico y social: se pretende que el niño se vaya adaptando a la vida en común y desarrolle sus capacidades de observación y exploración de los elementos que componen su entorno, de manera que pueda ir elaborando su propia percepción de la realidad.
- Comunicación y representación: este ámbito incluye las distintas formas de comunicar, interpretar y representar la realidad. A través de los diferentes lenguajes (oral, escrito, matemático, musical, plástico y corporal), el niño podrá expresar sus pensamientos y vivencias, y conocer diferentes situaciones de comunicación.

Teniendo esto en cuenta, algunos de los contenidos más comunes en juegos para infantil son:

- El cuerpo humano: características diferenciales y expresión corporal.
- El cuerpo en el espacio y en el tiempo: posturas y movimientos.



- Grupos sociales: familia y escuela. Relaciones, funciones, normas.
- Entornos: vivienda y escuela. Características, ubicación, espacios, funciones.
- Ocupaciones y servicios. Trabajo de hombres y mujeres.
- Funciones de los objetos.
- Elementos de la naturaleza y sus características.
- Instrumentos del lenguaje hablado y escrito.
- Propiedades sonoras del cuerpo, de los objetos e instrumentos.
- Técnicas de expresión plástica para favorecer la creatividad.
- Cuantificadores básicos: todo/nada, mucho/poco.
- Formas, orientación y representación en el espacio. Formas planas y cuerpos geométricos.

2.2.2 Diseño de videojuegos

Se han visto los beneficios del juego en los niños y la importancia que tiene para su desarrollo, un tipo específico de juego es el videojuego, actualmente en auge y que también funciona como un importante recurso educativo en niños en edad preescolar [5], desarrollando especialmente las siguientes capacidades:

- Permiten el ejercicio de la fantasía.
- Facilitan el acceso a “otros mundos”.
- Favorecen la repetición instantánea.
- Desarrollan el dominio de habilidades.
- Posibilitan la interacción con otros jugadores.
- Hay una claridad de objetivos a cumplir en el desarrollo del juego.
- Aumentan la capacidad de atención y el autocontrol.

A la hora de diseñar este tipo de juegos para niños de entre tres y siete años, existen ciertas consideraciones estéticas y de contenido [6][7].

En cuanto a la estética (ver imagen 2.1), será necesario tener en cuenta que:

- Los colores que más estimulan al niño de forma positiva son los primarios y las combinaciones armónicas de éstos. Es común utilizar colores planos y suaves, empleando aquellos más brillantes para zonas que se quieran resaltar.
- Los personajes animados resultan fascinantes para los niños.
- Utilizar elementos más grandes de lo normal suele ser efectivo. Los niños identifican naturalmente objetos con formas sencillas y redondeadas.
- Es importante que el niño pueda distinguir las diferentes áreas de la pantalla, sabiendo como interaccionar cada una de ellas.
- Los gráficos son muy importantes, es esencial no sobresaturar de ellos pero sí mantener pantallas muy llamativas con dibujos que alegren la vista al niño.





Imagen 2.1. Ejemplo de imágenes orientadas a niños en edad preescolar.

Con respecto a los contenidos, se observa que:

- Cuantos más sentidos se involucren en los mensajes transmitidos, más divertido y completo resulta el aprendizaje para el niño. De ahí que se empleen efectos de sonido, además de animaciones.
- La incorporación de niveles de dificultad progresivos y graduales, que requieren el dominio de los anteriores, hará que el niño se enfrente a un reto cuya superación le resultará gratificante y le animará a seguir jugando.
- La existencia de incentivos, como obtener una puntuación o pasar de nivel, es muy estimulante y funciona como recompensa ante el trabajo bien hecho.
- El uso del movimiento, mediante la animación de los elementos del juego, tiene un impacto directo en la percepción del niño y suele resultar atractivo.

2.3 Juegos de casa de muñecas

Este tipo de juego es uno de los más antiguos y populares que cumple una de las características principales de los juegos simbólicos, familiarizar al niño con el uso de objetos cotidianos manejados por el adulto, estableciendo así un nexo entre su mundo mental y la realidad.

En el pasado, las casas de muñecas se destinaban exclusivamente a las niñas, con el fin de instruir las en la asimilación de una serie de principios sociales y costumbres de la época. En cambio, con el tiempo y el desarrollo de la igualdad de género, se ha convertido en un juego que divierte tanto a niños como a niñas de edades comprendidas entre los tres y los cinco años.

2.3.1 Características formativas

Los beneficios que presentan este tipo de juegos en el desarrollo del niño son [8]:

- Estimulan al niño a disfrutar del juego imaginativo a la vez que lo relaciona con actividades del mundo real.
- Permiten al niño crear una historia y poder continuar al día siguiente donde la



dejo, motivando a un uso continuo del juego.

- Pueden incluirse nuevos accesorios y complementos que lo enriquezcan y eviten que el niño se aburra, ya que siempre podrá tener nuevos elementos con los que jugar.
- Se puede jugar con un adulto que relacione objetos del juego con sus experiencias en el mundo real, aumentando el interés del niño y su conocimiento del mundo.
- Puede ser colectivo, de forma que podrá relacionarse y entablar conversaciones con otros.
- Ayudan al niño a expresar con palabras sus pensamientos imaginativos, aumentando su confianza para vocalizar sus ideas.

2.3.2 Tipos de juegos

La forma de jugar con las casas de muñecas ha ido evolucionando a lo largo de los años, surgiendo dos tipos diferenciados de juego:

- **Casas en miniatura.**

Es el tipo de juego más conocido y antiguo (ver imagen 2.2). En la actualidad fascina tanto a niños como a adultos, convirtiéndose incluso en objeto de coleccionista. Se basa en una pequeña casa con muebles en miniatura y varias habitaciones.

La estética puede variar mucho, especialmente entre las casas destinadas para adultos y para niños. Las primeras suelen ser más clásicas y fieles a la realidad, mientras que las segundas son más coloridas, con objetos de mayor tamaño y, en ocasiones, incluyen personajes.



Imagen 2.2. Casas en miniatura destinadas para adultos (izqda.) y niños (dcha.).

- **Casas interactivas.**

Es un caso especial de casa en miniatura para niños. Se introducen en la casa otras actividades que ayudan a entretener al niño y desarrollan numerosas capacidades.



Un caso concreto de este tipo es la casita interactiva “Mrs. Goodbee” (ver imagen 2.3). Está destinada a niños entre tres y seis años, a los que guía durante el juego reforzando positivas lecciones de vida. Con más de cuatrocientas actividades, canciones, palabras y sonidos, enseña valores como compartir y preocuparse por los demás, les prepara para responsabilidades y tareas y estimula su inteligencia emocional.



Imagen 2.3. Casa interactiva “Mrs. Goodbee”.

En los últimos años, han ido surgiendo nuevos juegos de casa de muñecas, en los que los niños no juegan con una casa real sino digital. Existen diversos tipos y modalidades, como se detalla en el apartado siguiente.

2.3.3 Videojuegos de casa de muñecas

Este tipo de juegos surgen gracias al rápido crecimiento de la oferta de videojuegos destinados a niños pequeños.

Su apariencia estética es muy diversa, así como los modos de jugar. En general, el juego permite al niño decorar su propia casa o habitación colocando y quitando muebles o cambiando el color de las paredes.

A continuación, se analizan algunos ejemplos concretos con el fin de entender las características tanto estéticas como de contenido que caracterizan a estos juegos.

- **Decora la casita de muñecas.**

Es el ejemplo más común y sencillo. Consiste en amueblar la casa o habitación en 2D arrastrando los diferentes elementos al lugar deseado.

El caso más simple de este tipo (ver imagen 2.4, izqda.), se caracteriza por el desorden y la confusión que puede provocar en el niño, ya que los objetos suelen aparecer sin un orden establecido.

En otros juegos más cuidados (ver imagen 2.4, dcha.), los elementos aparecen en una barra de menú en la que los objetos están clasificados por tipo, incluyen música e incluso aparecen otras opciones como borrar, zoom o imprimir la casa.



En este caso, el juego es más avanzado y desarrolla nuevas capacidades en el niño, que aprenderá a clasificar y a reconocer los distintos elementos y la función de cada uno.



Imagen 2.4. Ejemplos de videojuegos de tipo “Decora la casita de muñecas”.

- **Casita de diseño en 3D.**

Es una modalidad que se caracteriza por la inclusión de una tercera dimensión, que permite al niño mejorar su visión espacial (ver imagen 2.5). A parte de colocar los objetos, éstos se pueden girar, añadiendo una nueva actividad que enriquecerá al niño. Además, en este caso concreto, durante el juego aparecen cajas de regalo que el niño debe pulsar para que obtenga nuevos elementos que no están en el menú.



Imagen 2.5. Ejemplo de videojuego de tipo “Casita de diseño en 3D”.

- **Construye la casita del ejemplo.**

Este juego no tiene la misma finalidad que los anteriores y está destinado a niños a partir de los cinco años. En este caso, el niño tiene que copiar el ejemplo de la casita ya amueblada, colocando cada elemento en su posición correcta (ver imagen 2.6, izqda.). No se desarrolla tanto la imaginación, pero el niño mejora su habilidad y su memoria.

En otro caso de este tipo, el niño tiene un tiempo determinado para colocar los objetos correctos en su posición, para ello debe seleccionar el elemento y luego dejarlo caer en el lugar indicado (ver imagen 2.6, dcha.). Se mejora la destreza manual del niño y su capacidad para reconocer mismos objetos en diferentes situaciones, además introduce al pequeño en los juegos reglados.





Imagen 2.6. Ejemplos de videojuego de tipo “Contruye la casita del ejemplo”.

2.4 Interacción tangible y niños

2.4.1 Tangibles y niños

Se define interacción como la comunicación recíproca entre dos o más objetos, con su consiguiente intercambio de información. La interacción tradicional persona-ordenador se hace a través de periféricos como el teclado o el ratón. Existe otro tipo de interacción persona-ordenador menos conocida, denominada interacción tangible o TUI (Tangible User Interaction), que permite la manipulación física de datos digitales por medio de objetos convencionales. Esto supone una interacción más natural con la información y una mayor sensación de control sobre ella, a la vez que mejora las capacidades cognitivas y la asimilación de la información.

Las interfaces tangibles proporcionan interacción digital utilizando objetos físicos reales que son relevantes para la tarea, en lugar de un teclado, un ratón o una pantalla de ordenador. Por ello, presentan múltiples beneficios para el aprendizaje infantil, que se detallan en el Anexo B, donde también se describen algunos ejemplos de juegos y juguetes de interacción tangible para niños y los pasos básicos para el diseño de sus interfaces.

Aquí nos centraremos en NIKVision, el tabletop tangible usado en este proyecto.

2.4.2 NIKVision

NIKVision es un tabletop tangible orientado al juego de niños mayores de 3 años. Los niños interactúan con el juego (ver imagen 2.7) a través de la manipulación física de juguetes sobre la superficie de la mesa. El punto de entrada de información es la superficie de la mesa a través de las interacciones con los juguetes pasivos y el punto de salida es también la superficie de la mesa mediante la imagen proyectada en su superficie. Además, el monitor supone otro punto de salida en el que se reproducen las imágenes y el audio del juego.





Imagen 2.7. Mesa tangible NIKVision.

A continuación se muestra un esquema de la consola con todos sus elementos (ver imagen 2.8):

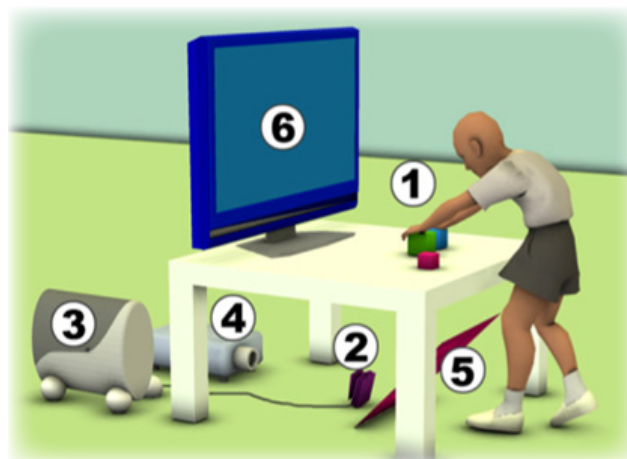


Imagen 2.8. Esquema del tabletop NIKVision.

1. Juguetes: Son los elementos físicos que interactúan con la mesa gracias al fiducial que hay en su base. Un fiducial es un dibujo impreso pegado en la parte inferior de los juguetes que es detectado por la cámara web para conocer su posición y orientación.
2. Cámara web USB: Elemento que capta la parte de abajo de la superficie de la mesa transparente. Es capaz de detectar el fiducial en todo momento.
3. CPU: Procesa la información procedente de la cámara gracias al software de reconocimiento visual Reactivision.
4. Proyector: Proyecta el entorno de interacción con la mesa en la superficie de un espejo.
5. Espejo: Refleja la imagen en la mesa.
6. Monitor: Muestra el escenario virtual 3D y el audio se oye a través de los altavoces.



Los juguetes que sirven de interacción con la superficie de la mesa son juguetes de madera, plástico o goma con fiduciales impresos en blanco y negro (ver imagen 2.9) pegados en su base. Esto permite al software de reconocimiento visual identificar cada juguete cuando esté colocado sobre la mesa.



Imagen 2.9. Juguetes del tabletop NIKVision con fiduciales en su base.

2.5 Conclusiones

El tabletop NIKVision, al estar basado en interacción tangible, permite un desarrollo múltiple en los niños de entre tres y siete años, en áreas tales como la función simbólica, la visión espacial, la motricidad o la sociabilidad.

Según el Currículo de Educación Infantil de Aragón, uno de los contenidos más comunes en los juegos para infantil es el estudio del entorno, sus características y espacios. La casa de muñecas se encuentra dentro de este grupo y, a través de ella, el niño conocerá cómo es su casa, sus diferentes estancias y sus objetos y funciones. Tras estudiar diferentes ejemplos y las características específicas de los juegos de casas de muñecas, se ha acotado el rango de edades de tres a cinco años, excluyendo a los niños de entre cinco y siete años, ya que éstos dejan de mostrar interés por este tipo de juegos y comienzan a interesarse por otros más complejos.

Se detalla en el siguiente apartado el proceso completo de diseño del juego de casa de muñecas para NIKVision.



3. TRABAJO REALIZADO





3. Trabajo realizado

El trabajo realizado ha consistido en el diseño completo de un juego de casa de muñecas para la consola NIKVision. Para llevarlo a cabo se ha seguido una metodología similar a la aprendida a lo largo de la carrera, pero adaptándola a las condiciones especiales de este trabajo:

1. Planteamiento inicial. En esta fase se establece la idea general del juego y las características básicas que deberá cumplir a nivel conceptual, con el fin de que en la fase posterior se generen ideas que tengan un mismo punto de partida.

2. Fase creativa. El siguiente paso es la creación de varias soluciones partiendo de la idea inicial. Estos conceptos estarán lo suficientemente desarrollados, con el objetivo de poder entender su argumento completo y los beneficios que aportaría al aprendizaje.

3. Selección de concepto. Una vez establecidos los diferentes conceptos, se evalúa cada uno de ellos, analizando hasta que punto cumplen con los objetivos iniciales marcados y si resultarían atractivos para los niños. Tras la evaluación, se seleccionará la mejor idea para su posterior desarrollo.

4. Desarrollo final. El último paso es el desarrollo completo de la idea seleccionada. El argumento quedará completamente definido y se diseñarán todos los gráficos 3D y 2D necesarios. Así el juego estará completo, siendo únicamente necesaria una fase de programación final, fase que no se incluye dentro de esta memoria, ya que queda fuera del ámbito de este trabajo.

3.1 Planteamiento inicial

La idea principal es trasladar los clásicos juegos de casas de muñecas con los que los niños y niñas juegan y se divierten a diario, al mundo digital creado por la consola NIKVision. Se aprovechan las posibilidades que ofrece este sistema para generar diversas opciones de juego, que mejorarán las capacidades del niño y aumentarán su interés por la actividad lúdica.

Como se ha visto en fases anteriores de documentación, el objetivo de este tipo de juegos es aumentar la creatividad y la socialización del niño, desarrollando su conocimiento del mundo real a través de objetos simbólicos. El juego aquí planteado buscará conseguir los mismos objetivos, pudiendo añadir algunas características diferentes que desarrollen otras capacidades del niño, favoreciendo de esta forma un aprendizaje más completo. Tras todo el estudio realizado sobre este tipo de actividad, finalmente el juego se centrará en niños de entre 3 y 5 años, ya que para niños de edades más avanzadas puede no resultar del todo atractivo.

Las características generales que deberá cumplir el juego serán:



- El escenario principal del juego será una casa o una habitación, que deberá contar con los elementos adecuados para su correcta identificación por parte del niño. En su defecto, se añadirán otros elementos, ya sean auditivos o visuales, que permitan la identificación.
- Los objetos que el niño podrá manipular deberán ser representaciones de la realidad o bien personajes con los que se identifique. Todos los elementos tendrán que ser fácilmente reconocibles, evitando que creen confusión en el niño. Los tamaños dependerán del espacio que ofrece la consola NIKVision, pero serán lo suficientemente grandes para que el pequeño los visualice lo mejor posible.
- Las características gráficas seguirán la línea descrita anteriormente sobre la estética de los videojuegos. En general, se emplearán colores planos y suaves, dibujos sencillos y redondeados, y personajes o elementos animados.
- En cuanto al contenido, será recomendable involucrar el mayor número de sentidos posible, añadiendo sonidos, efectos visuales o variedad de movimientos. Además, la existencia de elementos que motiven al niño a seguir jugando, así como puntuaciones o pases de nivel, motivarán al niño.

3.2 Fase creativa

Una vez conocidos los requisitos del juego, se plantean tres conceptos diferentes, a partir de los cuales se desarrollará el juego final.

3.2.1 Concepto 1

- **Argumento.**

Para el diseño del guión de este juego se parte de la idea básica de los juegos de casas de muñecas. El escenario consiste en una casa con cuatro habitaciones diferenciadas: un dormitorio, un salón, un baño y una cocina. El niño dispone de varios objetos de cada una de las habitaciones y puede colocarlos donde quiera, generando una historia al igual que haría con una casa de muñecas típica.

- **Modo de juego.**

Tal y como se muestra en la imagen 3.1, en el escenario 3D aparecen las cuatro habitaciones formando una casa de dos plantas, mientras que en el escenario 2D se ve una imagen en planta de cada habitación, correspondiéndose cada una de ellas a la situada en la misma posición de la imagen 3D. Cada habitación contará con los elementos y la decoración necesaria para que el niño sepa identificarla.

El niño interactúa sobre la interfaz 2D (ver imagen 3.2), que cuenta con un menú en el lateral derecho donde aparecen cada uno de los objetos a colocar. Cogiendo el objeto físico que el niño desee y colocándolo sobre su correspondiente representación en



dicho menú, el objeto quedará seleccionado y aparecerá en mayor tamaño en el lateral, pudiendo elegir entre tres colores diferentes y desapareciendo así el menú inicial, que volverá a aparecer cuando el niño haya colocado el objeto en algún lugar del escenario. También podrá cambiar el color de la habitación en las barras laterales de cada una de ellas. El juego no tiene un fin determinado, acabará cuando el niño desee.

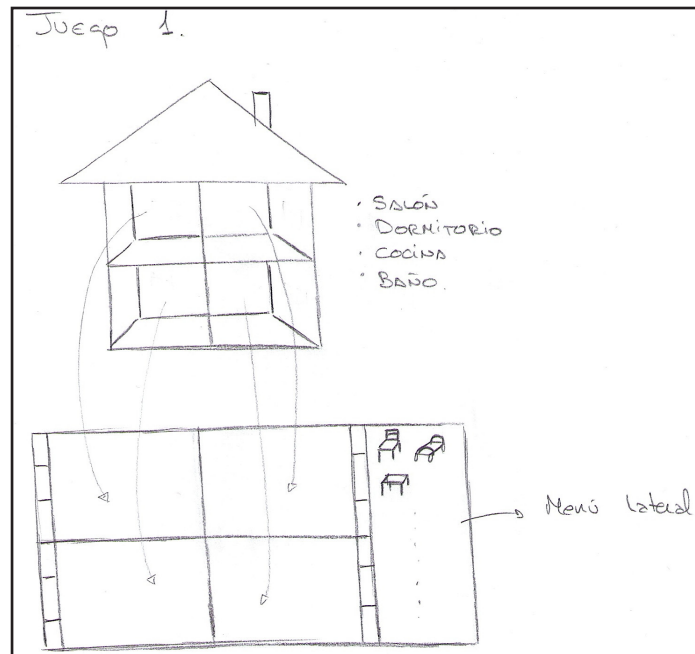


Imagen 3.1. Escenario 3D y 2D del concepto 1.

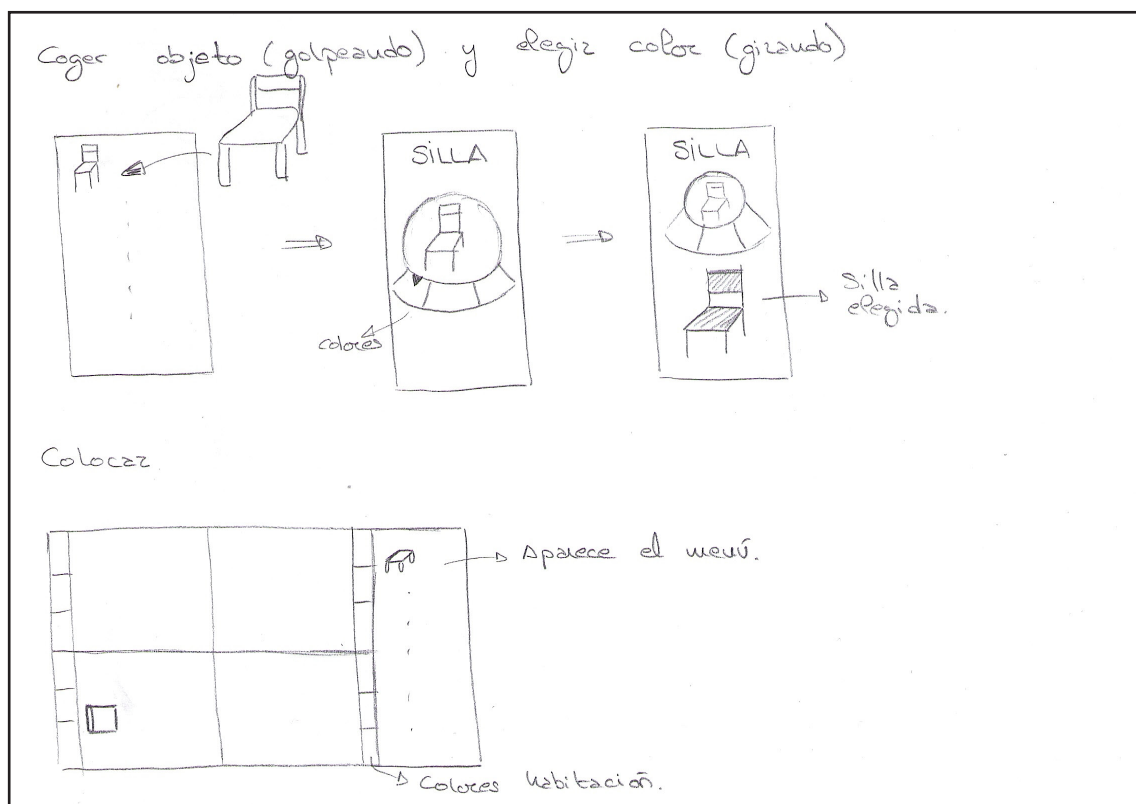


Imagen 3.2. Modo de juego del concepto 1.



- **Beneficios para el aprendizaje.**

El principal beneficio de este juego es el desarrollo de la creatividad. El juego es sencillo y cualquier niño de entre 3 y 5 años será capaz de jugar y entretenerse con él. Los niños crearán historias y, dado que pueden jugar varios niños a la vez, podrán compartirlas con otros, mejorando su sociabilidad.

Mediante el uso de objetos físicos que los niños deben manipular realizando diferentes ejercicios como golpear o mover, se consigue desarrollar sus habilidades motrices.

La existencia de dos interfaces en las que se representa la misma escena desde distintas perspectivas también favorecerá el desarrollo del niño y su capacidad para entender el mundo.

3.2.2 Concepto 2

- **Argumento.**

La idea del segundo juego consiste en una casa de cuatro habitaciones, como en el caso anterior, en la que el niño irá colocando los diferentes objetos de los que dispone. Sin embargo, ahora el objetivo es que el niño coloque cada elemento en su habitación correspondiente, por ejemplo la cama deberá situarse dentro del dormitorio, en caso contrario, el juego avisará al niño de que se está equivocando.

- **Modo de juego.**

En el escenario 3D aparecen las cuatro habitaciones formando una casa de dos plantas, mientras que en el escenario 2D se ve una imagen en planta de cada habitación, correspondiéndose cada una de ellas a la situada en la misma posición de la imagen 3D (ver imagen 3.3). Cada habitación contará con los elementos y la decoración necesaria para que el niño sepa identificarla.

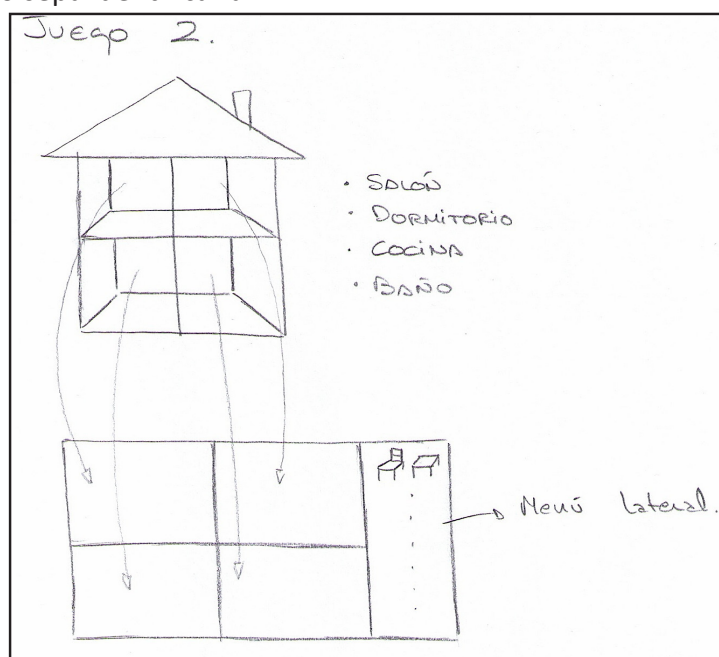


Imagen 3.3. Escenario 3D y 2D del concepto 2.



El niño interactúa sobre la interfaz 2D (ver imagen 3.4), que cuenta con un menú en el lateral derecho donde aparecen cada uno de los objetos a colocar. Cogiendo el objeto físico que el niño desee y golpeando sobre su correspondiente representación en dicho menú, el objeto quedará seleccionado y aparecerá en mayor tamaño en el lateral. El niño situará el elemento en la casa, si lo coloca en la habitación correcta aparecerá una cara sonriente acompañada de un sonido ascendente en el lateral, indicando al pequeño que lo ha hecho bien. Finalmente volverá a aparecer el menú inicial para poder seguir seleccionando objetos. Por el contrario, si el niño se equivoca, la cara será triste y el sonido descendente, indicándole que debe colocarlo en otro lugar. El juego finaliza cuando todos los objetos están colocados en su habitación correspondiente.

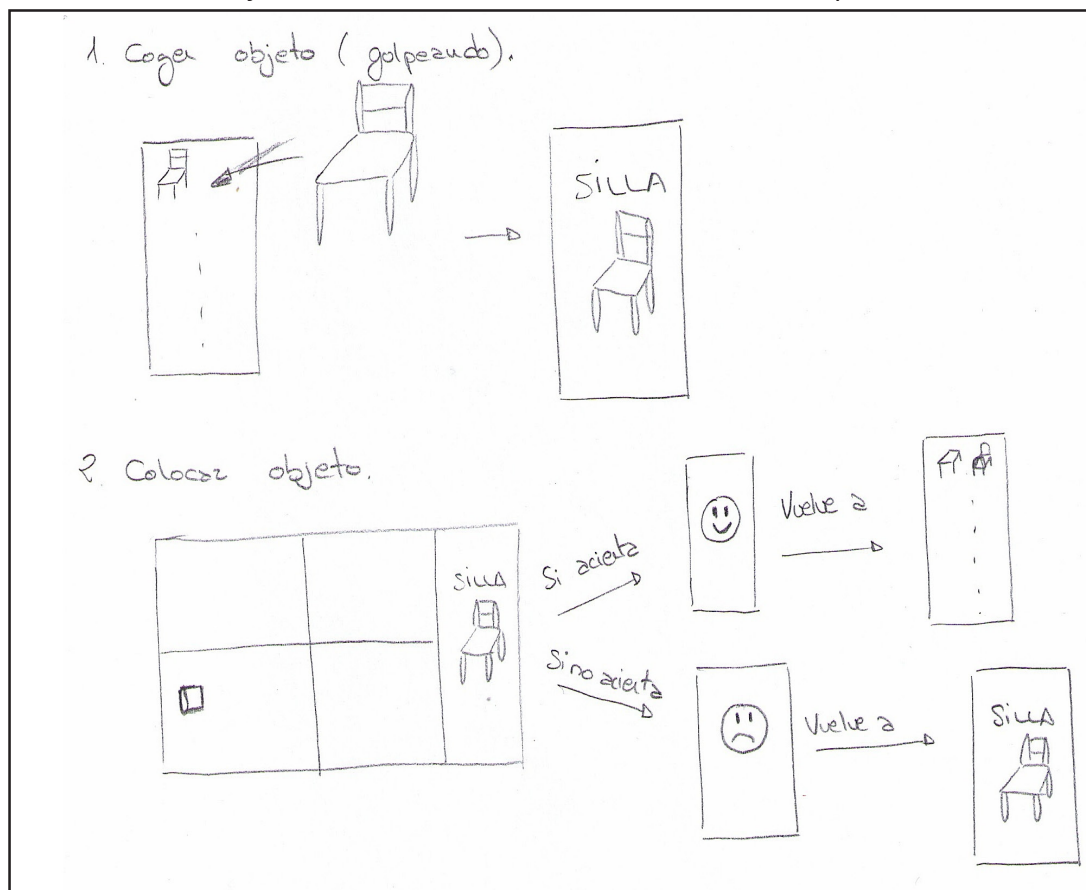


Imagen 3.4. Modo de juego del concepto 2.

- **Beneficios para el aprendizaje.**

Uno de los principales beneficios que aporta este juego es el desarrollo de la capacidad de categorización de objetos, ya que a edades tempranas los niños son incapaces de ordenar objetos por categorías conceptuales. De esta forma, el niño comenzará a entender que cada objeto puede agruparse dentro de un grupo determinado, además le ayudará a relacionar el mundo imaginario con el mundo real, al comparar el juego y sus elementos con su propia casa.

Otros beneficios que se obtienen son el aumento de la creatividad y la socialización, ya que es un juego colaborativo en el que pueden participar varios niños, así como el desarrollo de la motricidad.



4.2.3 Concepto 3

- **Argumento.**

La tercera idea parte de una única habitación y tiene varios niveles. Inicialmente en la escena 3D de la habitación aparecen una serie de objetos ya colocados, que el niño tendrá que identificar y situar en la interfaz 2D, de manera que la disposición de éstos sea similar a la que ofrece el juego. A medida que el niño va consiguiendo el objetivo, el nivel del juego va aumentando, añadiéndose más objetos e incluso más habitaciones, hasta llegar a completar las cuatro habitaciones totales.

- **Modo de juego.**

Al inicio del juego, en el escenario 3D aparece una única habitación con algunos objetos ya colocados (aparecen semitransparentes), mientras que en el escenario 2D se ve una imagen en planta de esa misma habitación pero sin ningún objeto (ver imagen 3.5).

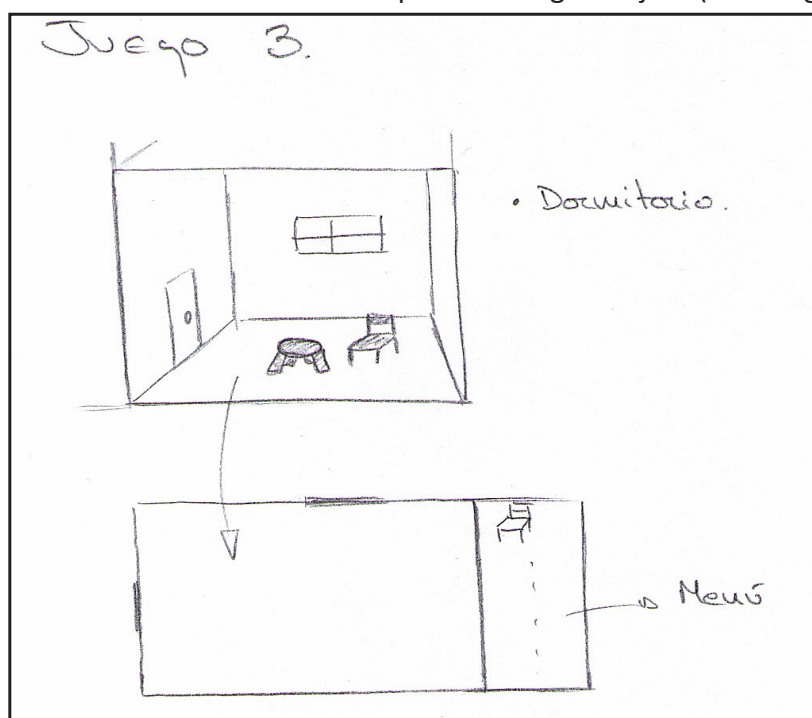


Imagen 3.5 . Escenario 3D y 2D del concepto 3.

El niño interactúa sobre la interfaz 2D (ver imagen 3.6), que cuenta con un menú en el lateral derecho donde aparecen cada uno de los objetos a colocar. Para empezar, seleccionará el elemento que desee golpeando con el objeto físico sobre su representación digital. De esta forma, el objeto queda seleccionado, apareciendo una imagen del mismo de mayor tamaño en la zona lateral y pudiendo elegir el color adecuado. Tras seleccionarlo, el niño lo deberá colocar en la misma posición y orientación que en el escenario 3D, si lo consigue, el objeto que aparecía semitransparente se coloreará, indicando al niño que está correctamente situado. Lo mismo hará con cada uno de los elementos, hasta completar toda la escena.



Tras finalizar el primer nivel, en el siguiente aparecerá el mismo escenario con más objetos a colocar y la dificultad irá aumentando tras añadir una habitación más. En el último nivel, el escenario estará formado por las cuatro habitaciones y gran número de objetos.

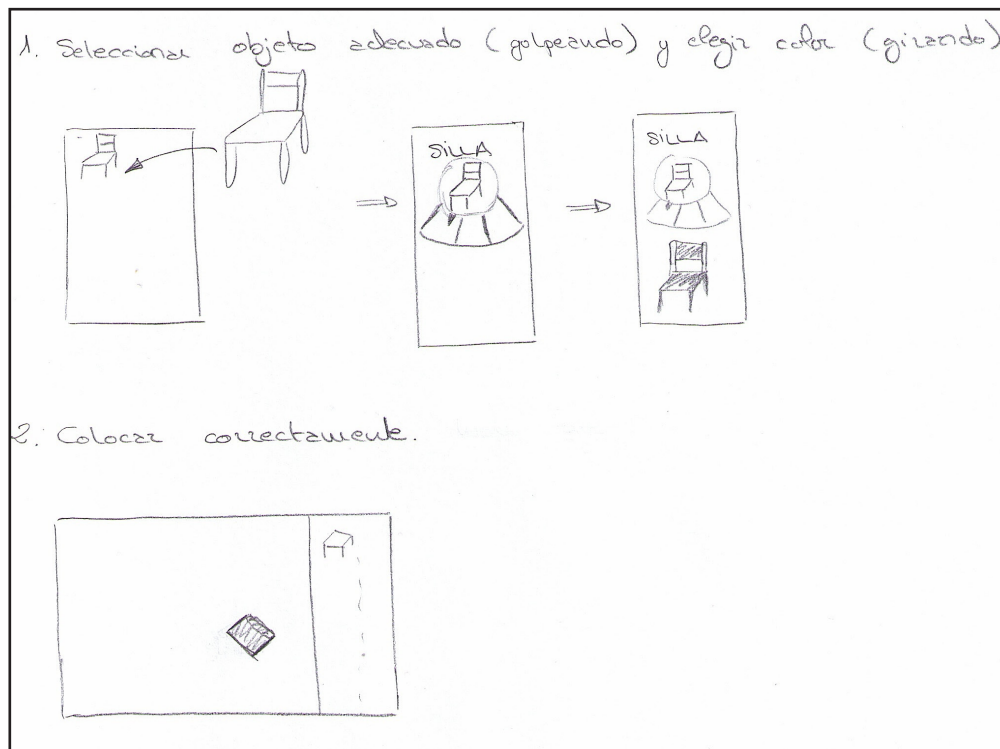


Imagen 3.6 . Modo de juego del concepto 3.

- **Beneficios para el aprendizaje.**

En este juego, en el que al niño se le van poniendo continuas pruebas hasta alcanzar el objetivo final, se desarrolla sobre todo la capacidad de superación. El niño con cinco años comienza a sentirse seguro de sus decisiones y siente satisfacción ante los logros conseguidos. A medida que el juego avanza, el niño va sintiendo una mayor motivación. Esta motivación puede aumentar si juegan varios pequeños a la vez, compitiendo unos con otros.

La visión espacial también se desarrolla mucho con este juego, ya que los niños podrán ser capaces, a partir de una imagen en 3D, de entender la posición y orientación de los objetos para colocarlos en el escenario 2D.

El niño mejorará su motricidad fina especialmente, puesto que será necesario que manipule los objetos, girándolos y moviéndolos, hasta que alcancen la posición deseada.

3.3 Selección de concepto

Tras describir los tres conceptos y conocer cuáles son sus beneficios para el niño, el siguiente objetivo es decidir qué idea se va a desarrollar finalmente y por qué.

Son numerosos los beneficios que aportan cada uno de los conceptos al desarrollo infantil, aunque aparentemente son juegos muy similares, en los que sólo existen



pequeños detalles que varían de uno a otro. Este hecho, plantea la posibilidad de crear un único juego en el que haya tres modos diferentes de jugar, de manera que los beneficios proporcionados serán la suma de los aportados por cada una de las tres opciones. Por otro lado, está la opción de centrar la atención en uno de los conceptos, pero quizás el juego resultaría algo repetitivo y sencillo una vez que se ha jugado varias veces, provocando la pérdida de interés por parte del niño.

La elección final será el desarrollo de las tres ideas con el fin de crear un juego más completo y entretenido para los pequeños. Los tres modos de juego tendrán mismo escenario y elementos, para que el niño los identifique como un único juego con varios niveles, aumentando más su motivación. Los beneficios completos que proporcionará esta actividad lúdica, agrupando los ofrecidos por cada juego, son:

- **Mejora de la creatividad.** El niño creará diferentes historias cada vez que juegue.
- **Socialización.** En todas las fases del juego el pequeño podrá disfrutar con otros niños, desarrollando su capacidad de relacionarse.
- **Aumento de la visión espacial.** Será capaz de entender la correspondencia entre el mundo 3D y el mundo 2D, y aprenderá a ver los objetos tridimensionales orientados y situados en el espacio.
- **Desarrollo motriz.** A lo largo del juego, realizará distintas actividades motrices que desarrollarán especialmente su motricidad fina.
- **Categorización.** Comprenderá que los objetos se pueden agrupar según diferentes características comunes.

Tras seleccionar la idea final se comienza a desarrollar el juego. Durante su desarrollo, las ideas iniciales surgidas en la fase creativa van a ir evolucionando a medida que vayan apareciendo problemas y necesidades.

3.4 Desarrollo final del juego

El juego está inspirado en las casas de muñecas y consta de tres mini-juegos: “Decora tu casa”, “Cada cosa en su lugar” y “Ordena la habitación”. En cada uno de ellos el niño realizará diferentes actividades mediante la manipulación de varios objetos relacionados con el hogar y una casa representada en una interfaz 3D y 2D.

Los tres mini-juegos utilizan el mismo escenario y los mismos objetos, aunque con pequeñas diferencias entre ellos. El primer paso, tras establecer el argumento final del juego fue modelar los escenarios y elementos comunes que van a aparecer durante todo la actividad.



3.4.1 Diseño de la interfaz 3D

En primer lugar se estableció la línea gráfica del juego. Se tomó la decisión de crear un juego con aspecto de dibujo animado, que seguro agrada al niño. Esto se consiguió aplicando colores planos y bordes negros en todos los elementos (ver imagen 3.7).



Imagen 3.7. Ejemplos de la estética de dibujo animado.

- **MODELADO.**

Para llevar a cabo el modelado, tanto del escenario como de los objetos, ha sido necesario aprender a modelar con las herramientas de 3ds Max orientadas a la creación de modelos y escenarios factibles para su uso dentro de entornos tridimensionales interactivos en tiempo real. Para ello, se ha tenido en cuenta en todo momento la cantidad de polígonos, cuanto menos mejor, y las texturas utilizadas, con el fin de crear elementos ligeros que no afecten al rendimiento del sistema pero que conserven la calidad gráfica necesaria.

Se muestran aquí los resultados del modelado. Para más detalles ir al Anexo C.

Escenario

El escenario principal está formado por un plano de fondo que representa unos montes con árboles y una valla y un plano base, formado por un jardín sobre el que está situada la casa con las cuatro habitaciones visibles para el espectador.

El punto de vista desde el cual el usuario ve el escenario es fijo, siempre verá la casa desde la misma posición. Tras modelar la casa, se coloca una cámara en 3ds Max para establecer la zona de juego y crear a partir de ahí el resto del escenario.

Las dimensiones del escenario dependen de la zona activa del juego, restringida al área de la mesa en la que los niños pueden jugar.

Tras decidir la estética y las restricciones de tamaño, el siguiente paso es el modelado.

Para construir la casa de muñecas se modelan cuatro habitaciones en dos plantas y un tejado para darle un aspecto más real (ver imagen 3.8).





Imagen 3.8. Proceso de modelado de la casa de muñecas.

El resultado final tras colocar una cámara que establece la vista final del escenario es este (ver imagen 3.9).

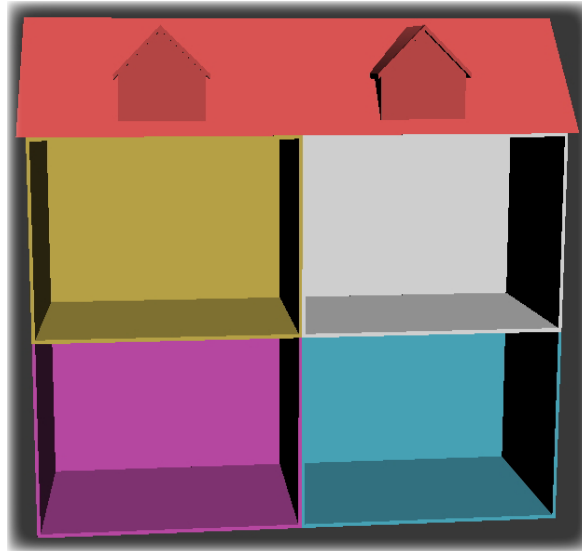


Imagen 3.9. Casa de muñecas modelada.

Objetos

Los objetos modelados son de dos tipos: estáticos y dinámicos. Los objetos estáticos son muebles y elementos típicos de cualquier casa, así como ventanas y puertas. Los dinámicos son objetos exteriores a la casa que se mueven por el escenario, dando dinamismo al juego pero sin llegar a distraer al niño. En primer lugar se han modelado los objetos estáticos por grupos establecidos según su habitación correspondiente y, a continuación, los elementos animados. Todos ellos tendrán formas geométricas básicas, de forma que se asemejen a la estética de dibujo animado que se pretende conseguir.

Se modelan varios muebles para el dormitorio (ver imagen 3.10), el salón (ver imagen 3.11), la cocina (ver imagen 3.12) y el baño (ver imagen 3.13).





Imagen 3.10. Objetos del dormitorio modelados.



Imagen 3.11. Objetos del salón modelados.



Imagen 3.12. Objetos de la cocina modelados.





Imagen 3.13. Objetos del baño modelados.

Los objetos mostrados hasta ahora tienen su representación física en un objeto real que el niño va a poder manipular. Además de éstos, se modelan otros objetos de decorado típicos de cada habitación y las puertas y ventanas, objetos que forman parte del escenario y no pueden ser manipulados durante el juego. Se modelan dos puertas, una por planta, y cuatro ventanas, una para cada habitación (ver imagen 3.14).



Imagen 3.14. Puertas y ventanas modeladas.

Se modelan varios objetos de decorado en cada una de las habitaciones, que irán colocados en las paredes o en el techo (ver imagen 3.15) y servirán para identificar la habitación.



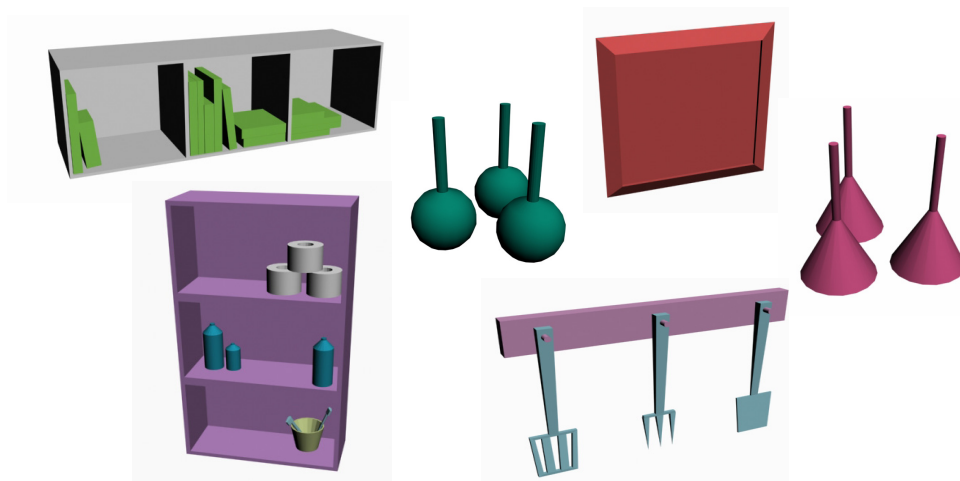


Imagen 3.15. Objetos de decorado modelados.

Se modelan además algunos objetos animados que aparecerán por el fondo del escenario, varias nubes, un sol, un cochecito y una manzana (ver imagen 3.16). Más adelante, en el apartado de Animaciones, se explica el proceso de animación de cada objeto.

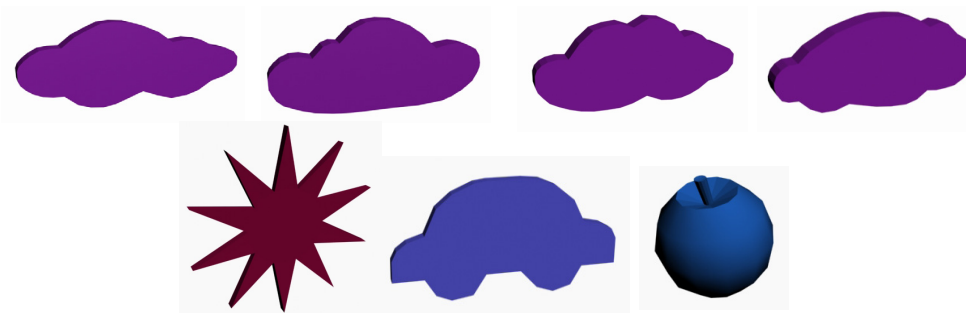


Imagen 3.16. Objetos dinámicos modelados.

• MAPEADO, TEXTURAS Y MATERIALES.

El procedimiento básico para aplicar texturas a objetos en 3d Max consiste en dibujar las texturas, convertirlas en materiales y, mapeando el objeto con el modificador *UVW map*, aplicarla adaptándola a su tamaño y posición. Se sigue este proceso para aplicar las texturas en el fondo y el suelo del escenario. Sin embargo, en los objetos en los que se quiere conseguir un aspecto de dibujo animado mediante bordes negros, el proceso no es válido, ya que de este modo resultaría complicado conseguir ajustar dichos bordes negros de la textura al objeto.

Para facilitar la tarea, se emplea otro procedimiento que se inicia con el mapeado del objeto, para luego dibujar las texturas y convertirlas en materiales que se aplican directamente sobre el elemento ya mapeado. Este proceso se emplea generalmente en objetos muy complejos como personajes, pero en nuestro caso se va a aplicar en todos los elementos modelados.

Mapeado

El mapeado de los objetos hace posible el ajuste de las texturas al tamaño y forma



del elemento. El modificador *Unwrap UVW* permite crear una imagen con todos los polígonos del objeto visibles, como si se tratara de un desplegado de toda la superficie del objeto. De esta forma, se puede pintar sobre cada polígono y crear los bordes negros en las zonas deseadas. Este modificador se aplica a todos los objetos de la escena y, por defecto, genera una imagen mapeada que se puede modificar. Para editarla es necesario seleccionar las caras del objeto por grupos y aplicarles alguno de los parámetros del modificador, que permite elegir la forma que más se asemeje al conjunto de caras seleccionadas.

Texturas

Las texturas se crean a partir de las imágenes del mapeado de los objetos. Se realizan con Adobe Photoshop y se emplea Adobe Illustrator para dibujar algunos detalles más complejos, que posteriormente se exportan a Photoshop. La imagen final se guarda en formato PNG, ya que permite mantener una buena calidad de la textura que va a ser directamente aplicada sobre el objeto, y con unas dimensiones similares a las que ocupará el objeto en la pantalla del juego (de 800x600 píxeles), evitando así texturas grandes que lo ralenticen.

Materiales

Una vez creadas las texturas, se aplican como materiales. Para ello, en el panel de materiales se crean tantos materiales como texturas hayan sido creadas en la escena.

Para asignar las texturas se ha creado un material estándar, ya que cada objeto va a recibir una misma textura en toda su superficie y este tipo de material es compatible con la herramienta de exportación Flare 3D [ver apartado Software utilizado], empleada para exportar los elementos del juego al software Adobe Flash.

Tras realizar el mapeado y aplicar las texturas como materiales a la casa de muñecas, el resultado es el que se muestra en la imagen 3.17.



Imagen 3.17. Casa con las texturas aplicadas como materiales.



Del mismo modo se aplican las texturas al resto de objetos del juego. Aquí se muestra el mapeado del armario y el resultado final (ver imagen 3.18). Los detalles del proceso de texturizado se encuentran en el Anexo C.

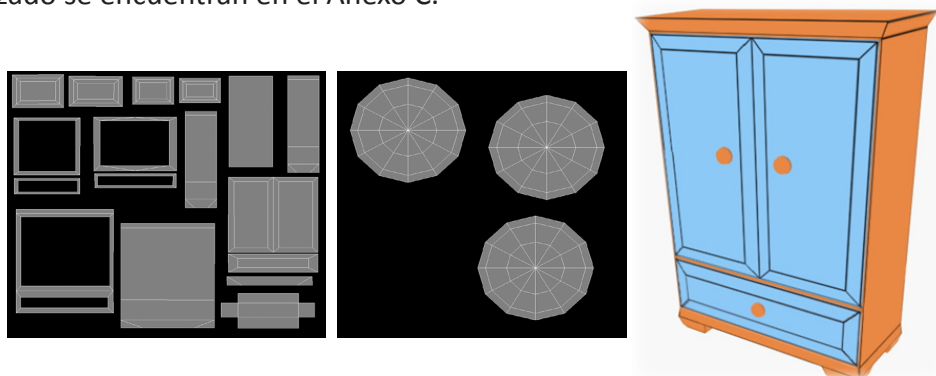


Imagen 3.18. Mapeado del armario y resultado final tras aplicar la textura.

• ILUMINACIÓN.

Para iluminar los objetos y los escenarios del juego, se ha decidido utilizar la opción *Render to texture* de 3ds Max. Este método consiste en iluminar la escena y los objetos y generar las *baked textures*. Estas texturas se forman a partir de las texturas aplicadas inicialmente a los objetos más las sombras generadas al iluminar la escena. Esto supone que, una vez las texturas iniciales han sido sustituidas por las nuevas, se puede prescindir de la iluminación. De este modo, el juego va a contar con una buena iluminación pero evitando usar luces que lo ralenticen.

La manera de proceder es la siguiente. En primer lugar se ilumina la escena. Aunque el escenario sea el interior de una casa, se va a considerar que la iluminación es natural y no existen luces puntuales, ya que, al tener aspecto de dibujo animado, los objetos no deben parecer reales. Por ello, se ha colocado una luz tipo *Skylight* en todos los objetos (ver imagen 3.19). Se escoge este tipo de luz porque no es puntual, reparte luz uniforme por toda la escena independientemente de su posición, imitando así a la luz natural (en principio, no proyecta sombra). Se activa la opción *Cast Shadows*, que genera algunas sombras en el objeto, creando un aspecto más parecido a un dibujo animado, y se regula el número de *Rays per Sample* para tener suficiente calidad en el renderizado sin que cueste demasiado tiempo. La intensidad de la luz se regula con la opción *Multiplier*.

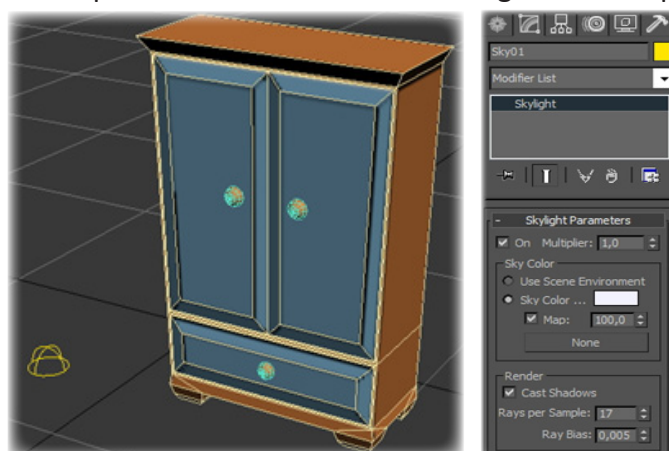


Imagen 3.19. Luz *Skylight* iluminando el objeto y sus parámetros.



Para crear el *Render to texture*, se seleccionan los objetos a los que se quiere aplicar y, dentro de las opciones de *Render to texture*, se elige crear como salida un *Mapa Completo*. Esta opción agrupa todos los *bitmap* aplicados en cada material. A continuación, se selecciona el tamaño de la imagen que mejor se adapta a las dimensiones del objeto y se guarda en formato PNG (ver imagen 3.20).

Finalmente, la textura creada se aplica al objeto como un nuevo material y se elimina la luz de la escena. Se realiza el mismo proceso para los distintos sub-objetos del elemento.

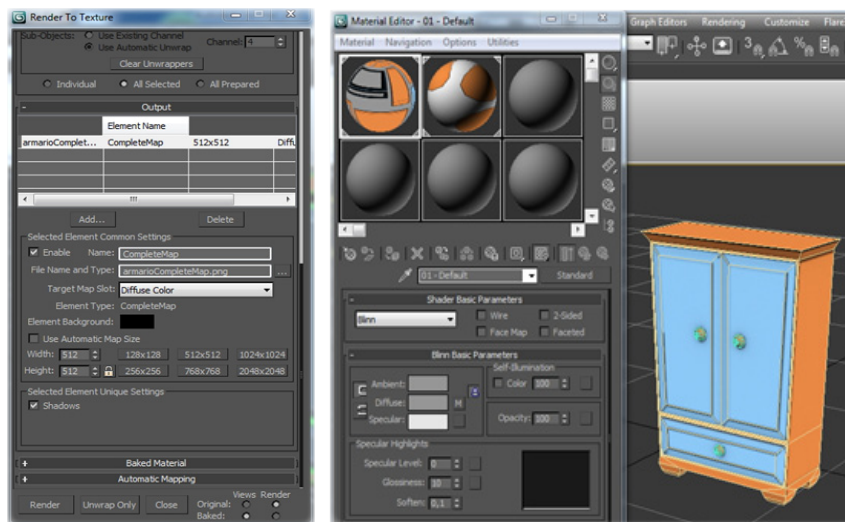


Imagen 3.20. Aplicación de las *baked textures* como material.

Para comprobar que el resultado es correcto, se renderiza la escena sin luces (ver imagen 3.21).

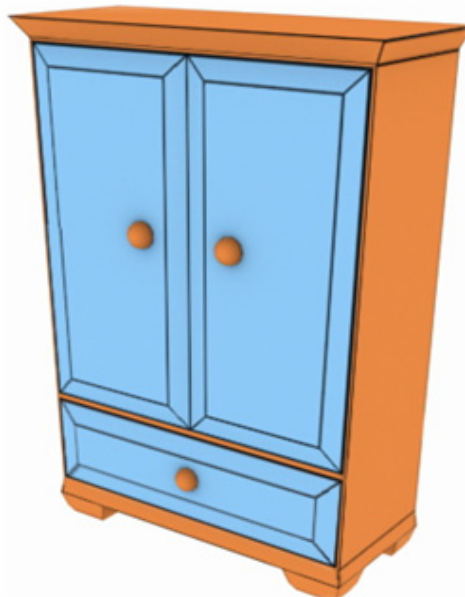


Imagen 3.21. Armario renderizado sin luces tras realizar el *Render to texture*.

El *Render to texture* se aplica del mismo modo a todos los objetos modelados.



Al iluminar la casa surgió un problema, ya que aplicando la luz *Skylight* con sombras el escenario quedaba muy oscuro y, en especial, el interior de las habitaciones (ver imagen 3.22). Para solucionarlo, se probó aplicando la misma luz *Skylight* pero sin sombras en las habitaciones y en el fondo, de forma que la luz se reparte por todo el escenario sin crear zonas oscuras (3.23). En el tejado sí se han aplicado las sombras.



Imagen 3.22. Escenario iluminado con luz *Skylight* con sombras.



Imagen 3.23. Escenario iluminado con luz *Skylight* sin sombras.

Una vez modelados, texturizados e iluminados todos los elementos del juego, se colocan

los elementos de decoración en su lugar correspondiente dentro de la casa. En las paredes de las habitaciones se crean los huecos de las ventanas. Para ello se duplican las ventanas y se realiza una operación booleana entre una de las ventanas y la habitación. Los polígonos sobrantes se eliminan y se coloca la ventana sobre el hueco dejado en la pared.

El resultado final se muestra en la imagen 3.24.



Imagen 3.24. Objetos de decorado colocados en la casa.

• ANIMACIONES 3D.

Como ya se ha explicado anteriormente, hay objetos dinámicos que forman parte del decorado del escenario. Los objetos dinámicos se animan mediante *keyframes* con la herramienta *Set key* de 3ds Max. En este proceso se tienen en cuenta los objetos que realizan un único movimiento y los que realizan el mismo movimiento de forma repetitiva, formando un bucle. El proceso detallado se describe en el Anexo C.

Las animaciones realizadas son las siguientes:

- Al inicio del juego hay varias nubes en el cielo, éstas se irán moviendo continuamente de izquierda a derecha.
- El sol se desplaza de arriba a abajo y de izquierda a derecha, a la vez que va girando. La animación tiene lugar al iniciarse el juego y termina cuando el sol llega a la esquina superior derecha.
- Al mismo tiempo que sale el sol, las manzanas de los árboles van cayendo y rebotando en el suelo, hasta que todas han caído y permanecen ahí hasta que el juego finaliza.



- Por último, un coche se desplaza por la ladera, apareciendo por el borde izquierdo y desapareciendo por el derecho. Éste movimiento lo realiza repetidas veces durante todo el juego.

Aquí se muestra una secuencia de imágenes del escenario tras incluir todas las animaciones, tal y como se vería en la pantalla del juego (ver imagen 3.25).

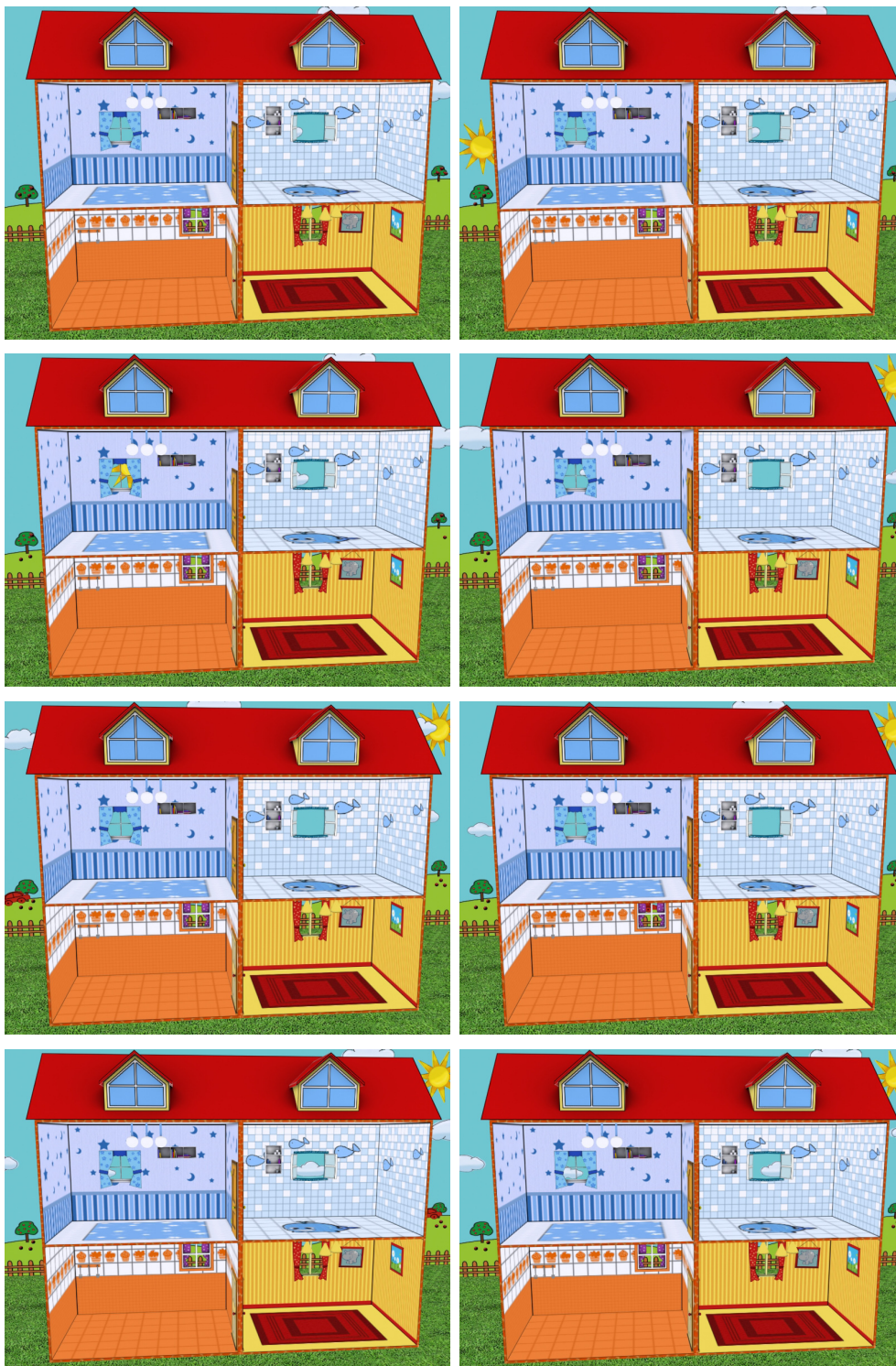


Imagen 3.25. Animaciones: nubes que se desplazan por el cielo, sol que asciende, manzanas que caen, coche que se desplaza por la ladera.



- **EXPORTACIÓN Y COMPROBACIÓN.**

El último paso es exportar todos los elementos 3D mediante el *plugin* Flare3D [ver apartado Software utilizado] y comprobar su correcto funcionamiento. Para ello se selecciona la opción Flare3D Exporter del menú del *plugin* y se guarda en formato F3D. La comprobación se realiza a partir de una programación Flash creada para esta finalidad concreta, con la que se muestra el objeto tal y como se vería en el juego.

3.4.2 Diseño de la interfaz 2D

El entorno 2D está compuesto por varias interfaces que varían según la fase del juego. El diseño de estas interfaces se realiza con Adobe Illustrator y Adobe Photoshop para realizar algunos retoques, y seguirán la línea gráfica utilizada hasta ahora, con dibujos y elementos de colores planos y bordes negros. La descripción detallada de su diseño se muestra en el Anexo D.

A continuación se muestran las diferentes interfaces diseñadas para el juego y la forma de interactuar con cada una de ellas.

- **INTERFAZ INICIAL.**

La interfaz inicial (ver imagen 3.26) aparece al inicio del juego de casa de muñecas. En ella se muestra la opción de seleccionar entre los tres mini-juegos disponibles.

El diseño se basa en el escenario 3D modelado, con el fin de establecer una relación entre ambos elementos y que el niño pueda identificarlo como parte de un mismo juego. Además, se pretende conseguir que con esta primera pantalla el niño reconozca fácilmente cuál va a ser la temática del juego.



Imagen 3.26. Interfaz inicial del juego.

Cada ventana va a funcionar como un botón de entrada a cada uno de los mini-juegos. Para facilitar su identificación, se colorea cada una de ellas con un color diferente y se aplica una sombra paralela que desaparece al presionar la ventana. En la parte superior



se escribe el nombre del mini-juego al que da acceso. Se utiliza la tipología Kids, que simula la escritura infantil y va a ser fácilmente legible para los niños (ver imagen 3.27).



Imagen 3.27. Estado inicial de las ventanas (izqda.) y estado tras presionar las ventanas (dcha.)

Por tanto, las ventanas tienen dos estados: uno inicial y otro al presionar (ver imagen 3.28).

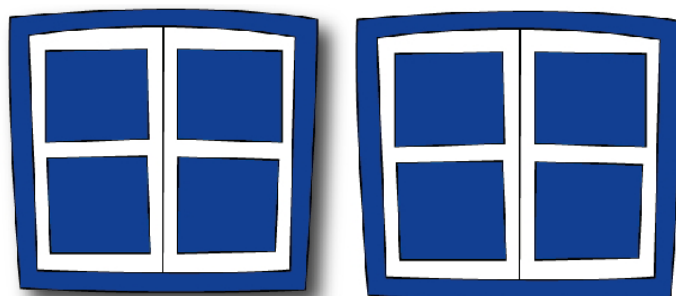


Imagen 3.28. Estados de la ventana.

• INTERFAZ PRINCIPAL.

Al acceder a un mini-juego aparece la interfaz principal, que muestra una vista de la casa y sus cuatro habitaciones en planta. Las cuatro habitaciones aparecen nombradas, con una tipología similar a la empleada cuando los niños empiezan a escribir. Según el mini-juego elegido, esta interfaz cuenta con diferentes elementos de interacción.

Mini-juego “Decora tu casa”

En primer lugar, se elimina el menú lateral descrito en la fase creativa, ya que es posible que el niño ponga el objeto directamente sobre la casa, sin pararse a seleccionarlo en un menú.

En esta fase del juego el niño tiene la posibilidad de cambiar el color de las habitaciones y de los objetos. Para ello, cuenta con dos elementos diferentes que le van a permitir realizar estas acciones (ver imagen 3.29).



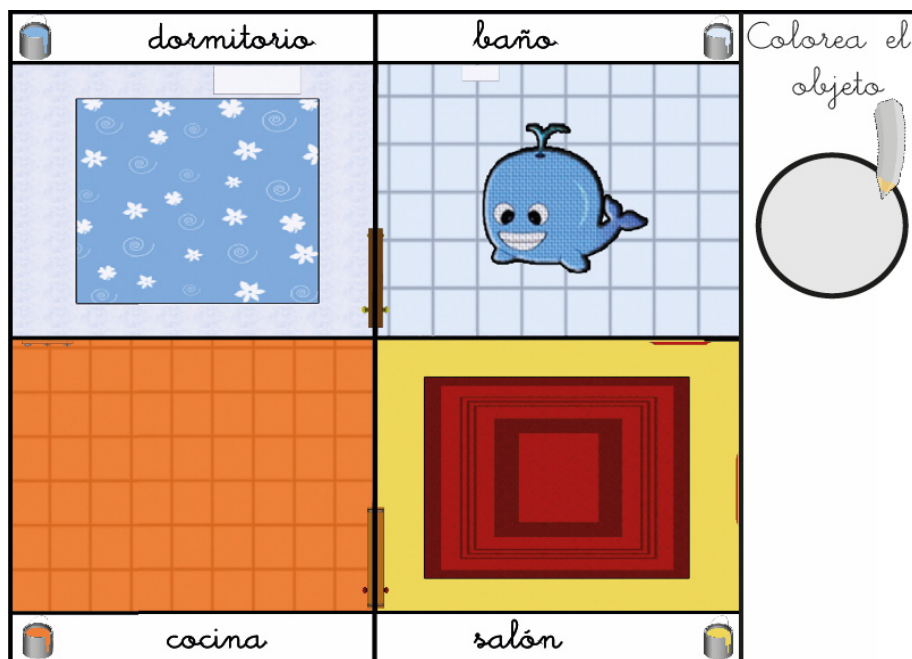


Imagen 3.29. Interfaz principal del juego "Decora tu casa".

En una de las esquinas de cada habitación, junto al nombre, hay un bote de pintura del color que en ese momento tiene la habitación. Pulsando sobre él, cambia automáticamente al siguiente color, al igual que la habitación.

A continuación se muestran los diferentes botes de pintura creados junto a su habitación correspondiente (ver imágenes 3.30, 3.31, 3.32 y 3.33).

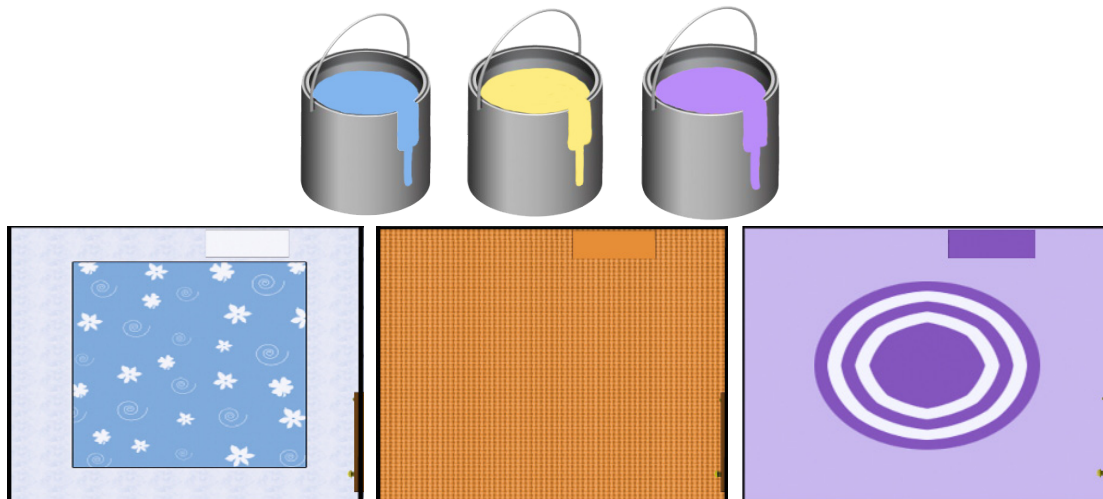


Imagen 3.30. Colores del dormitorio.



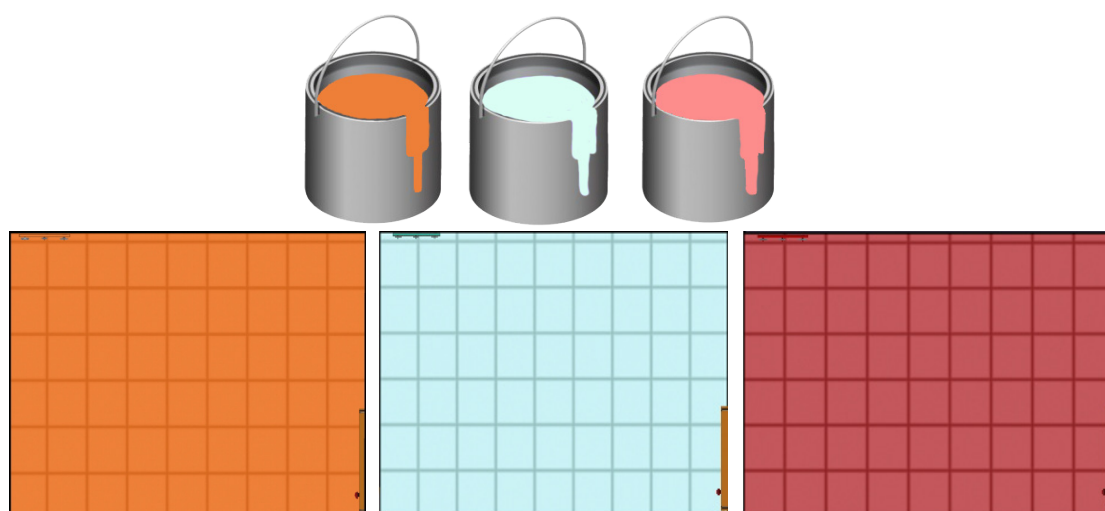


Imagen 3.31. Colores de la cocina.

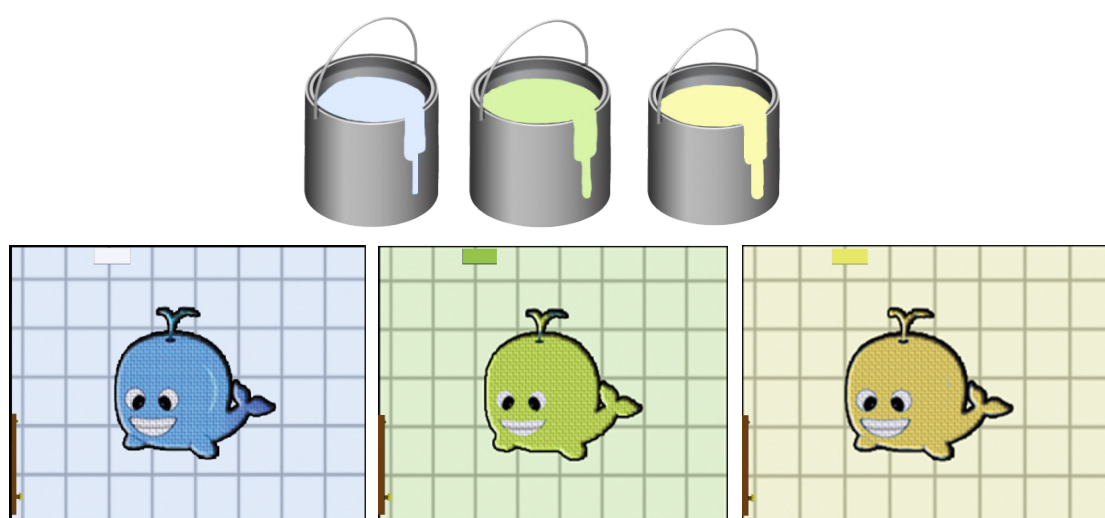


Imagen 3.32. Colores del baño.

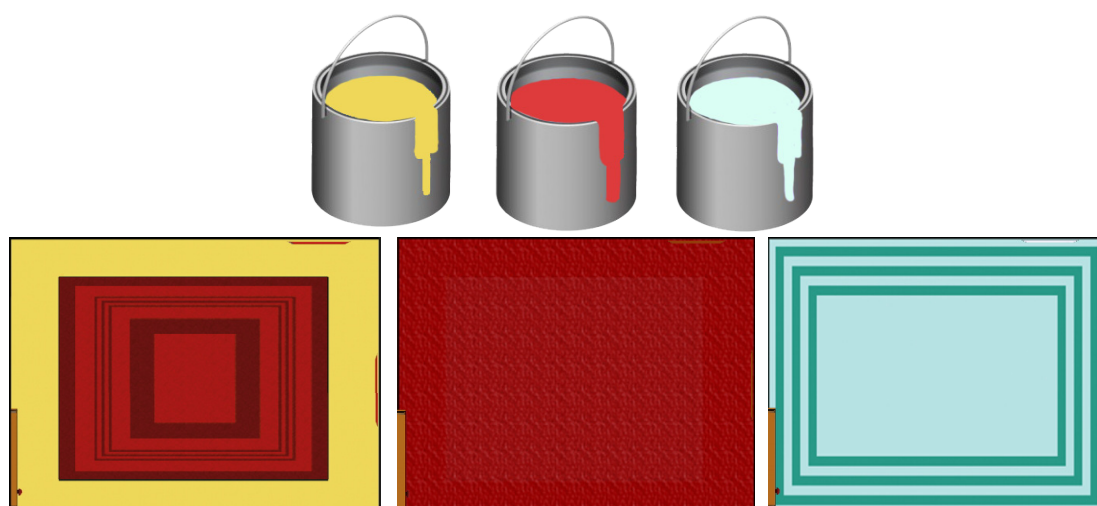


Imagen 3.33. Colores del salón.

En la zona lateral derecha, se muestran las palabras “Colorea el objeto” y un círculo con el dibujo de un lápiz. El niño debe colocar el objeto material sobre el círculo y, de este



modo, accede a un menú con los posibles colores disponibles. Seleccionando uno con el dedo, el objeto adquiere ese color. Al colocar el objeto, uno de los colores aparece seleccionado por defecto (ver imagen 3.34). Además, una voz nombra a cada objeto, para que el niño conozca su nombre.

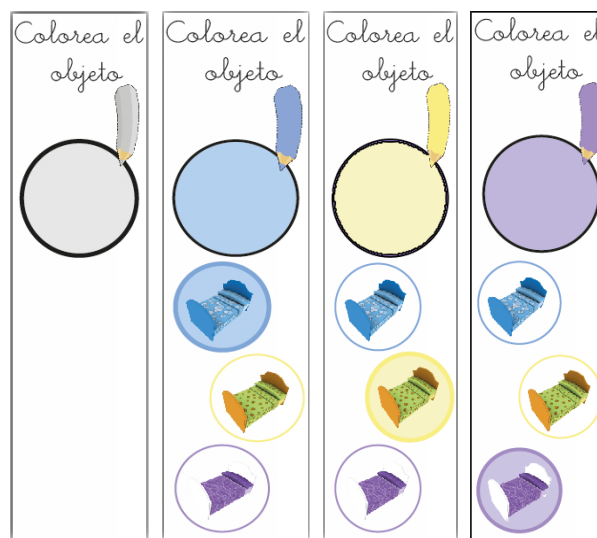


Imagen 3.34. Selección de colores de los objetos.

Mini-juego “Cada cosa en su lugar”.

Este juego no ofrece la posibilidad de cambiar los colores, por lo que los botes de pintura y los elementos de edición de color del lateral desaparecen (ver imagen 3.35).

En este caso, el niño debe acertar a colocar los objetos en la habitación correcta. Por ello, es necesario un elemento que le avise cuando falle o acierte. Se crean dos animaciones, descritas a continuación en el apartado Animaciones, que aparecen en el espacio lateral derecho cada vez que el niño coloca un objeto, según este bien o mal colocado.

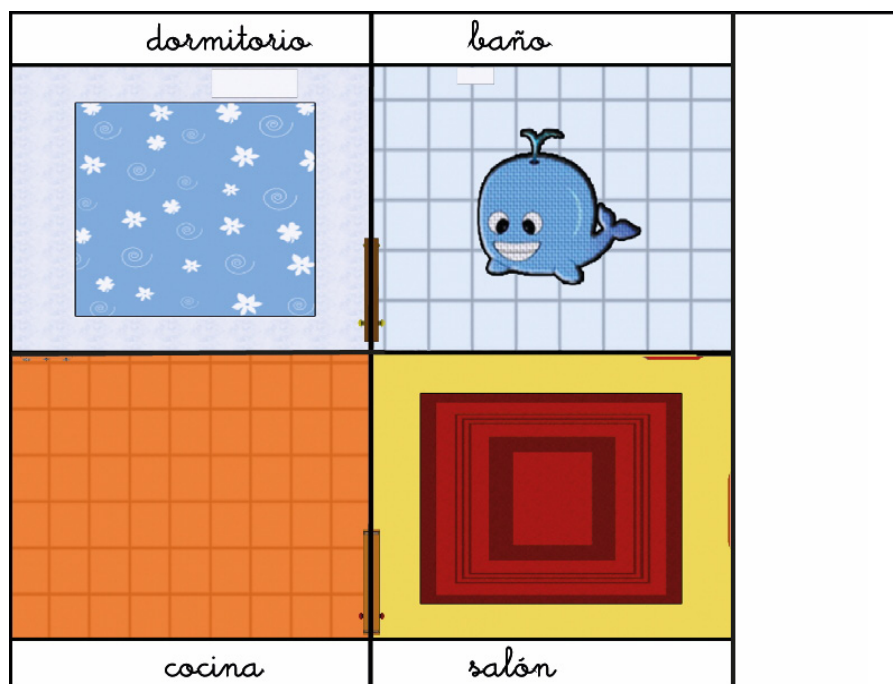


Imagen 3.35. Interfaz del juego “Cada cosa en su lugar”.



Mini-juego “Ordena la habitación”.

Este juego mezcla opciones de los dos anteriores. El niño puede modificar el color de los objetos, pero no de las habitaciones (ver imagen 3.36).

El objetivo es colocar los objetos mostrados en el escenario 3D en su posición correcta y con el mismo color. Cuenta con varios niveles. Al iniciar cada uno de ellos, se muestra una pequeña animación indicando el nivel.

Al finalizar el nivel, aparece la animación que avisa al niño de que lo ha realizado correctamente, indicando el paso al siguiente nivel.

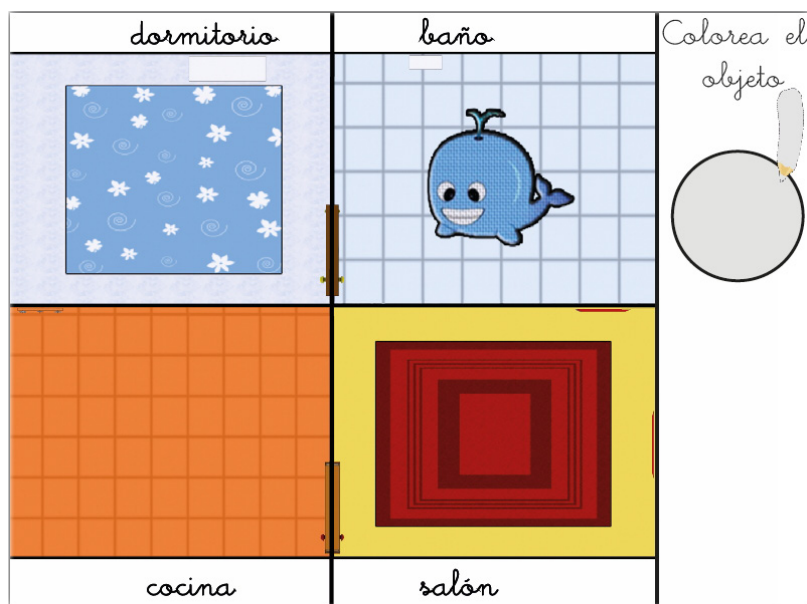


Imagen 3.36. Interfaz del juego “Ordena la habitación”.

• ANIMACIONES 2D.

Se crean tres animaciones con Adobe Flash, que se exportan en formato FLA. Para su diseño hay que tener en cuenta las dimensiones de la zona donde va a aparecer la animación, 150x600.

Las animaciones de correcto e incorrecto duran 6 segundos y la animación que da inicio a cada nivel dura 3 segundos. Todas las imágenes se importan en formato PNG. Además de las imágenes, dos de las animaciones tienen un sonido que se importa en formato WAV.

Aquí se muestra una imagen de cada animación. En el Anexo C se explica con detalle su realización.



Animación de acierto (ver imagen 3.37)

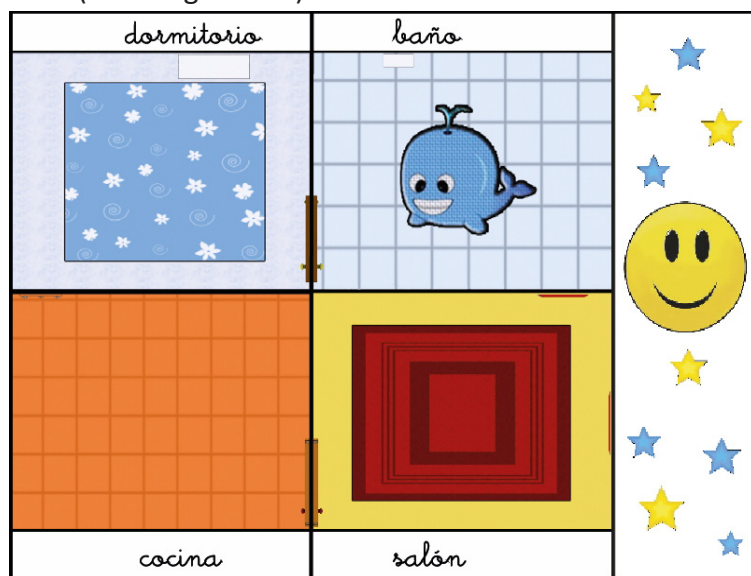


Imagen 3.37. Fotograma de la animación de acierto.

Animación de error (ver imagen 3.38)

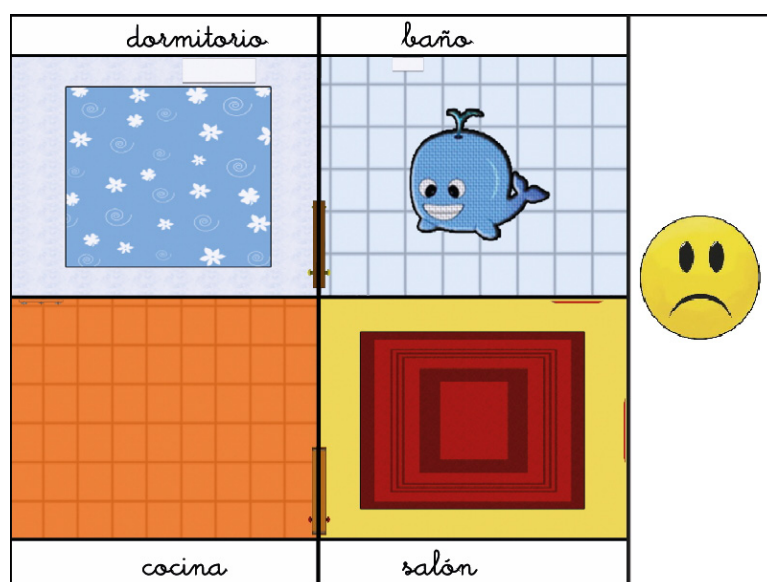


Imagen 3.38. Fotograma de la animación de error.



Animación de nuevo nivel (ver imagen 3.39)

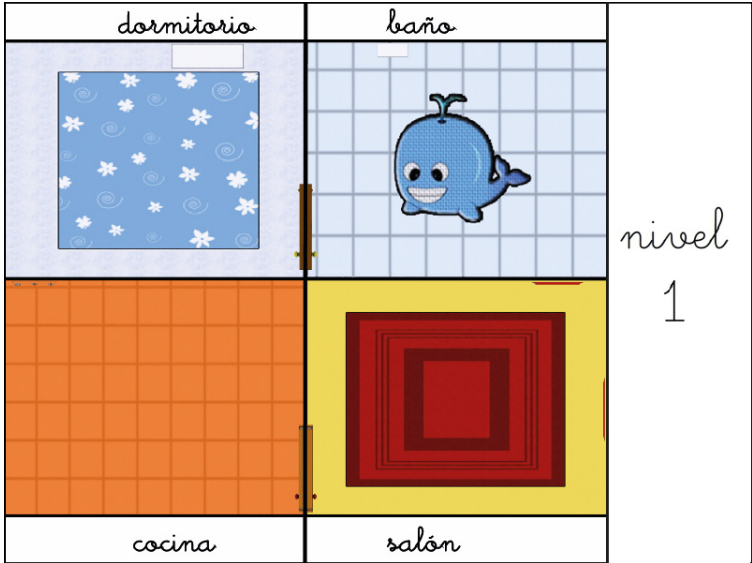


Imagen 3.39. Fotograma de la animación de nuevo nivel.





4. RESULTADOS





4. Resultados

A continuación se muestra el resultado final del trabajo realizado explicado en el apartado 3. Se muestran todos los objetos del juego con sus diferentes apariencias. En el caso de las animaciones se muestra una secuencia representativa de cada una.

4.1 Elementos de la interfaz 3D

4.1.1 Escenario

En primer lugar se realizó el escenario del juego con tres apariencias diferentes en cada habitación (ver imagen 4.1).

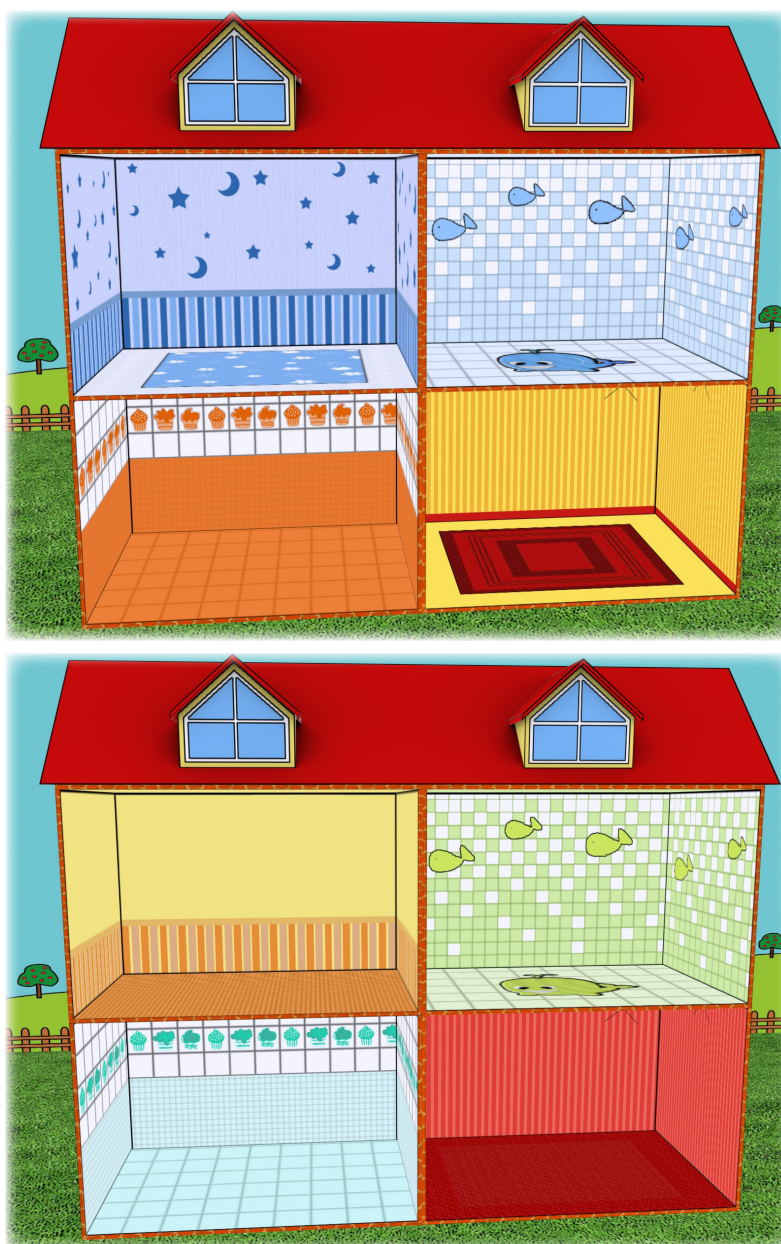




Imagen 4.1. Escenario del juego de casa de muñecas.

4.1.2 Objetos

A continuación se crearon los objetos del juego, tanto los estáticos como los dinámicos. Todos los objetos estáticos, excepto las puertas, tienen tres colores posibles basados en los colores de las habitaciones.

- **Armario** (ver imagen 4.2).



Imagen 4.2. Armario del dormitorio.



- **Cómoda** (ver imagen 4.3).



Imagen 4.3. Cómoda del dormitorio.

- **Mesa infantil** (ver imagen 4.4).

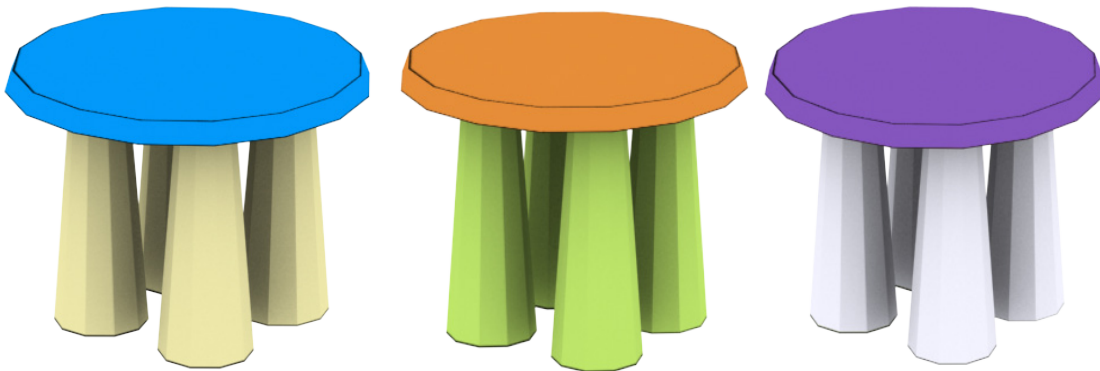


Imagen 4.4. Mesa infantil del dormitorio.

- **Silla infantil** (ver imagen 4.5).



Imagen 4.5. Silla infantil del dormitorio.

- **Mesilla de noche** (ver imagen 4.6).



Imagen 4.6. Mesilla de noche del dormitorio.

- **Cama** (ver imagen 4.7).

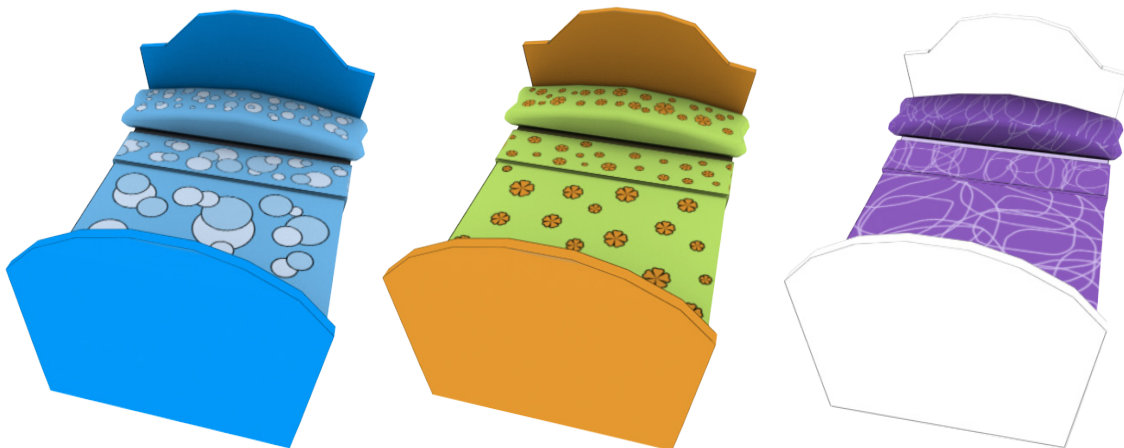


Imagen 4.7. Cama del dormitorio.

- **Tren de juguete** (ver imagen 4.8).

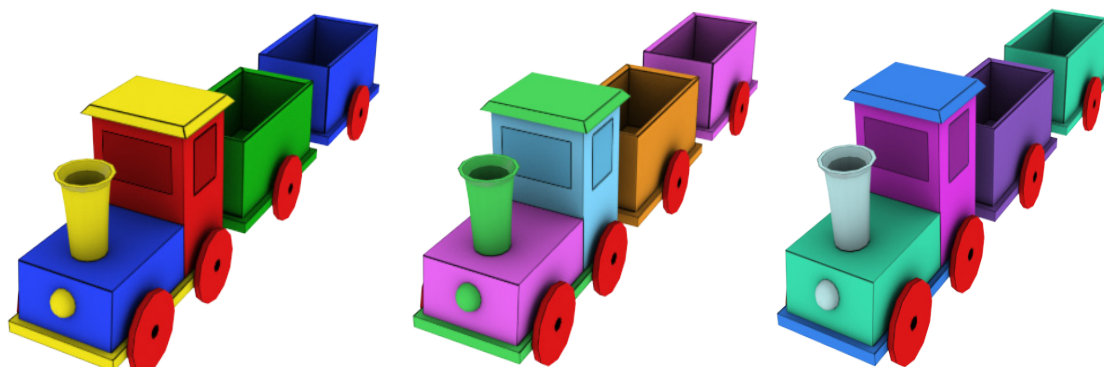


Imagen 4.8. Tren de juguete del dormitorio.



- Lámpara-dormitorio (ver imagen 4.9).

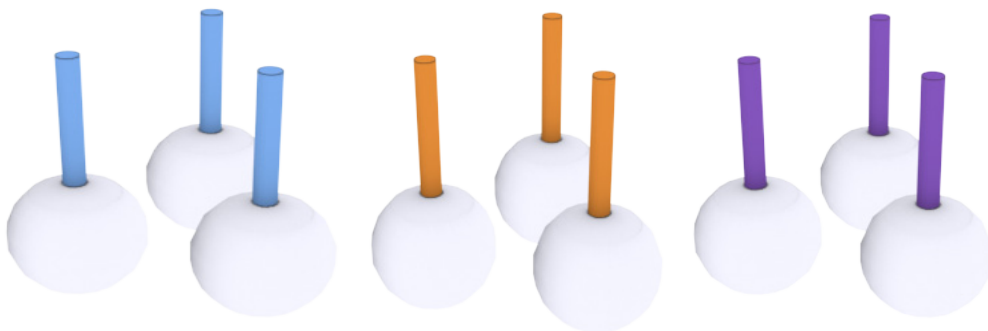


Imagen 4.9 Lámpara del dormitorio.

- Estantería (ver imagen 4.10).

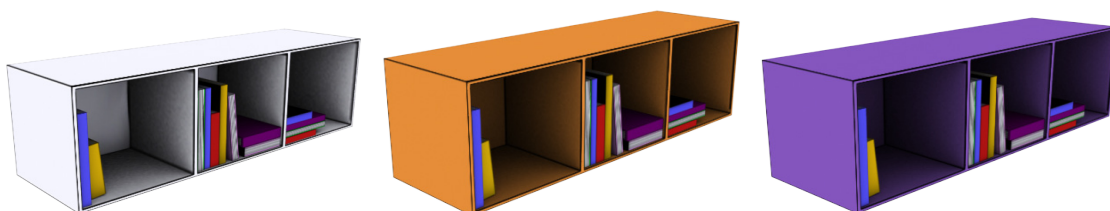


Imagen 4.10. Estantería del dormitorio.

- Ventana-dormitorio (ver imagen 4.11).

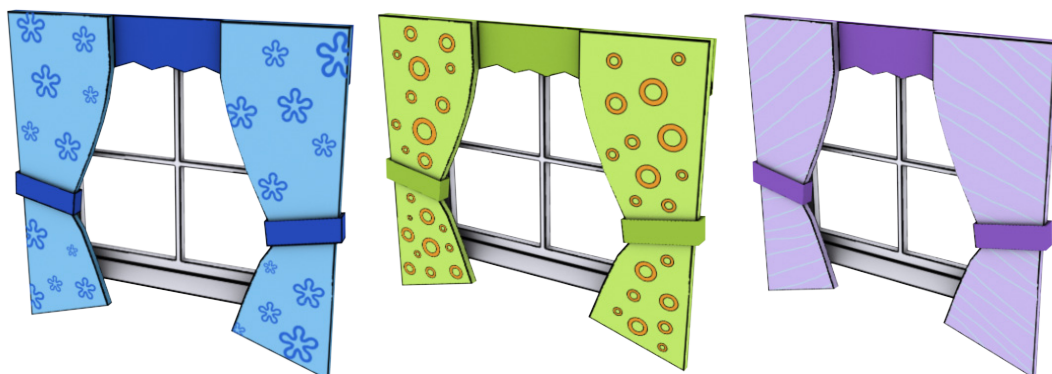


Imagen 4.11. Ventana del dormitorio.

- Mesa de comedor (ver imagen 4.12).



Imagen 4.12. Mesa de comedor del salón.



- **Silla de comedor** (ver imagen 4.13).



Imagen 4.13. Silla de comedor del salón.

- **Mesa central** (ver imagen 4.14).

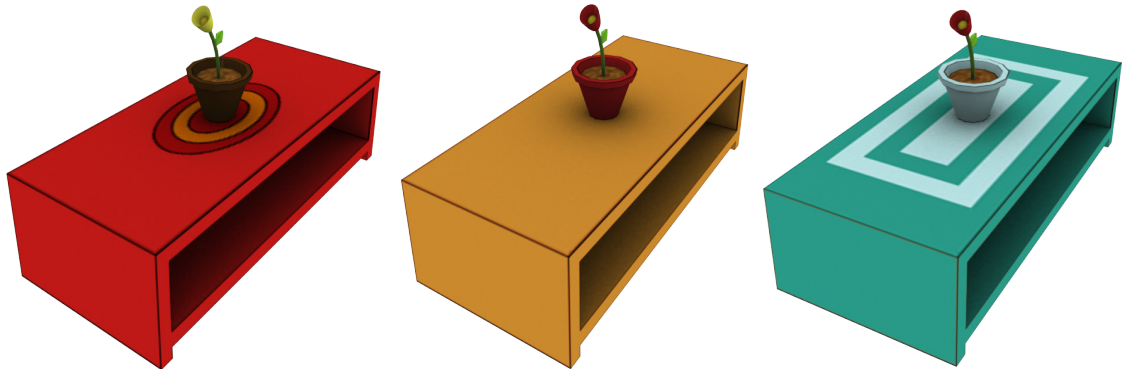


Imagen 4.14. Mesa central del salón.

- **Mesa de televisión** (ver imagen 4.15).

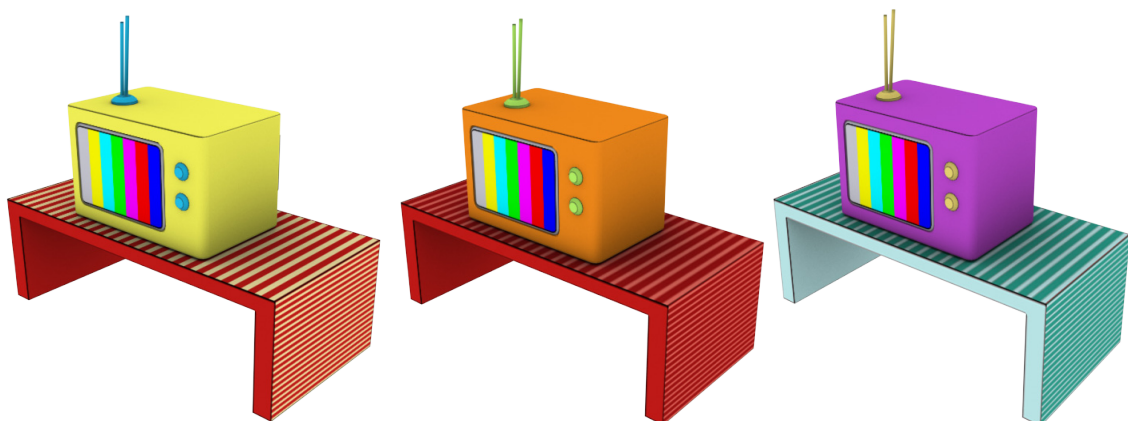


Imagen 4.15. Mesa de televisión del salón.



- **Sofá** (ver imagen 4.16).

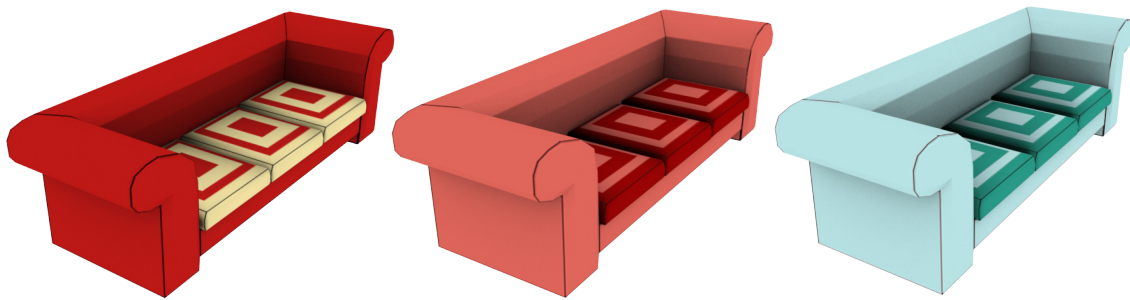


Imagen 4.16. Sofá del salón.

- **Sillón** (ver imagen 4.17).

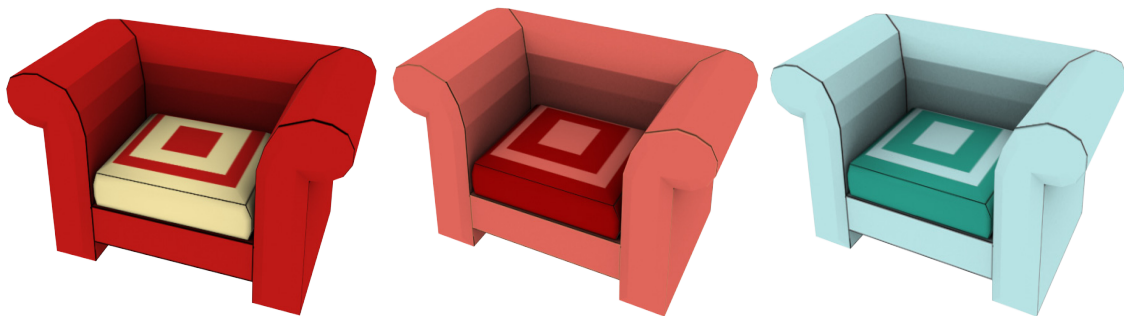


Imagen 4.17. Sillón del salón.

- **Lámpara-salón** (ver imagen 4.18).



Imagen 4.18. Lámpara del salón.

- **Cuadros** (ver imagen 4.19).



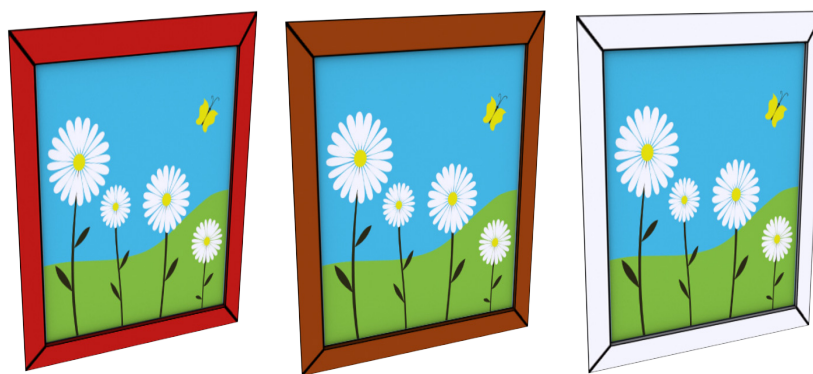


Imagen 4.19. Cuadros del salón.

- Ventana-salón (ver imagen 4.20).



Imagen 4.20. Ventana del salón.

- Nevera (ver imagen 4.21).



Imagen 4.21. Nevera de la cocina.



- **Lavadora** (ver imagen 4.22).



Imagen 4.22. Lavadora de la cocina.

- **Fregadero** (ver imagen 4.23).

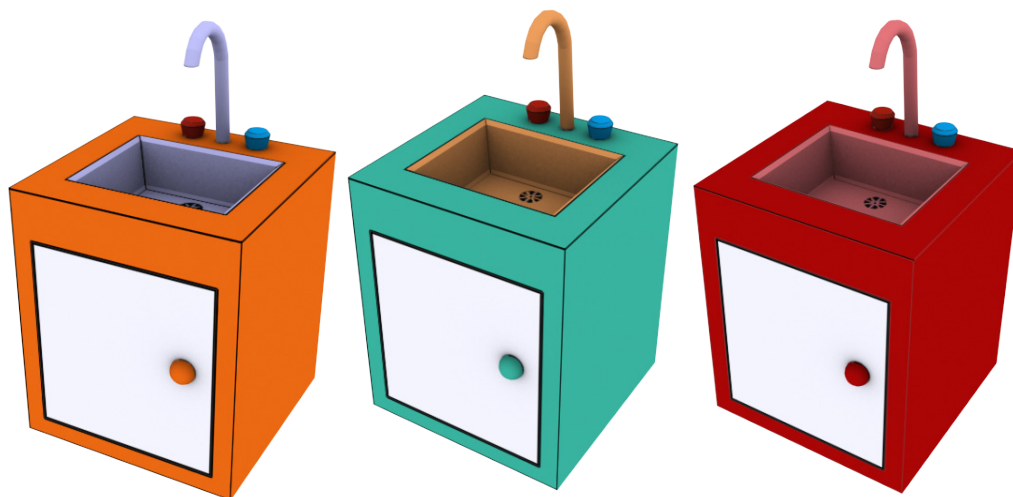


Imagen 4.23. Fregadero de la cocina.

- **Microondas** (ver imagen 4.24).

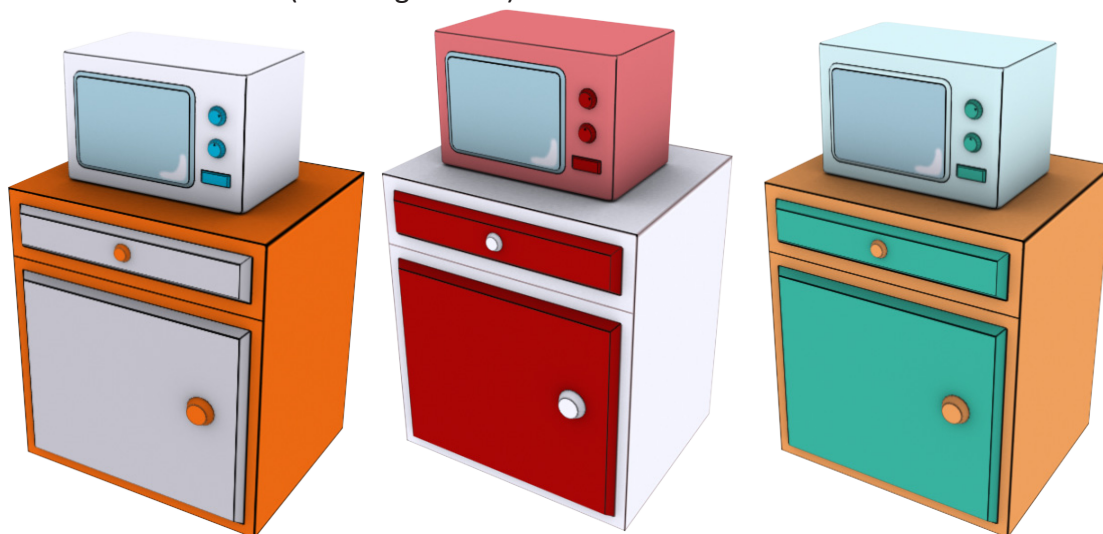


Imagen 4.24. Microondas de la cocina.



- **Horno** (ver imagen 4.25).



Imagen 4.25. Horno de la cocina.

- **Utensilios** (ver imagen 4.26).

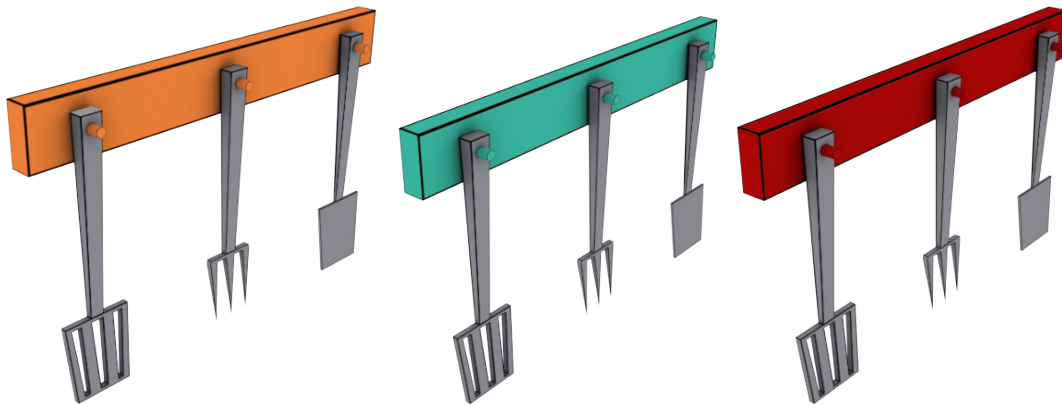


Imagen 4.26. Utensilios de la cocina.

- **Ventana-cocina** (ver imagen 4.27).



Imagen 4.27. Ventana de la cocina.



- **Bañera** (ver imagen 4.28).

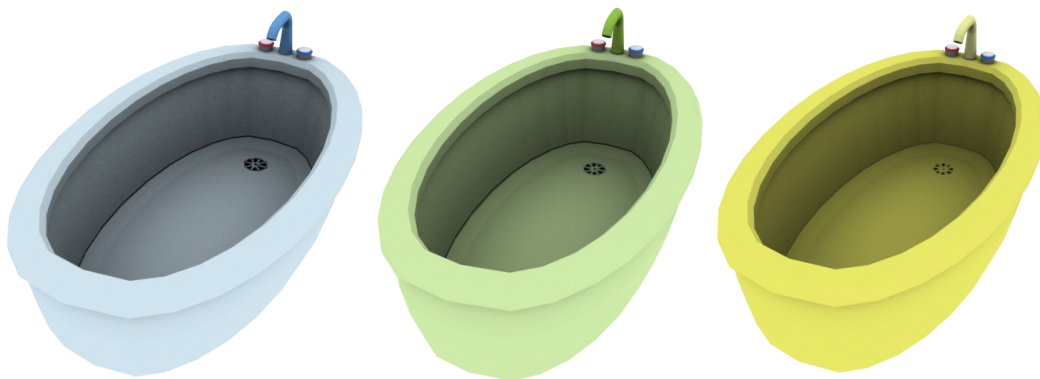


Imagen 4.28. Bañera del baño.

- **Lavabo** (ver imagen 4.29).

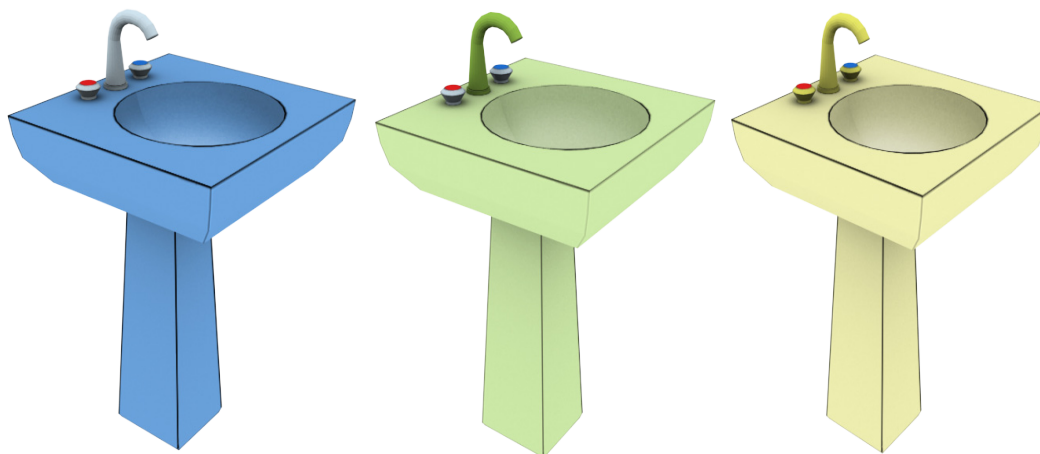


Imagen 4.29. Lavabo del baño.

- **Ducha** (ver imagen 4.30).

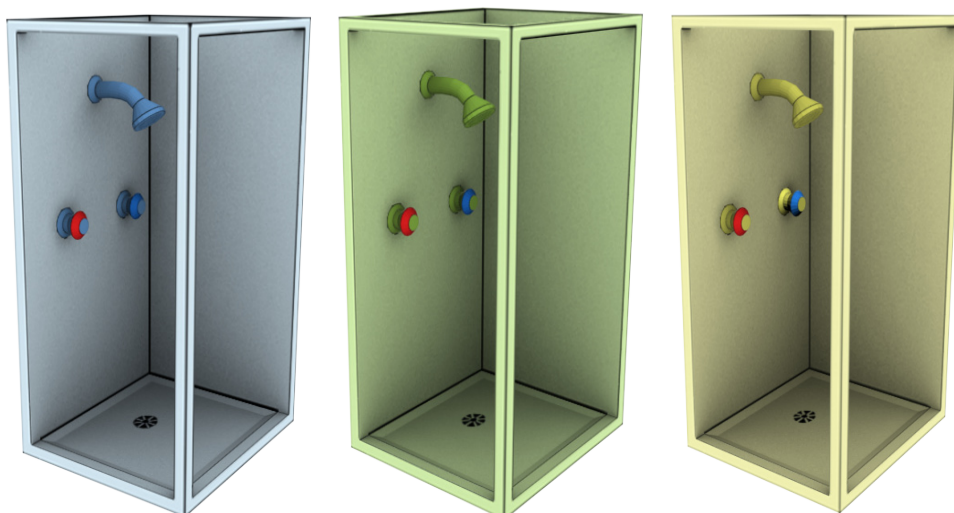


Imagen 4.30. Ducha del baño.



- **Bidet** (ver imagen 4.31).

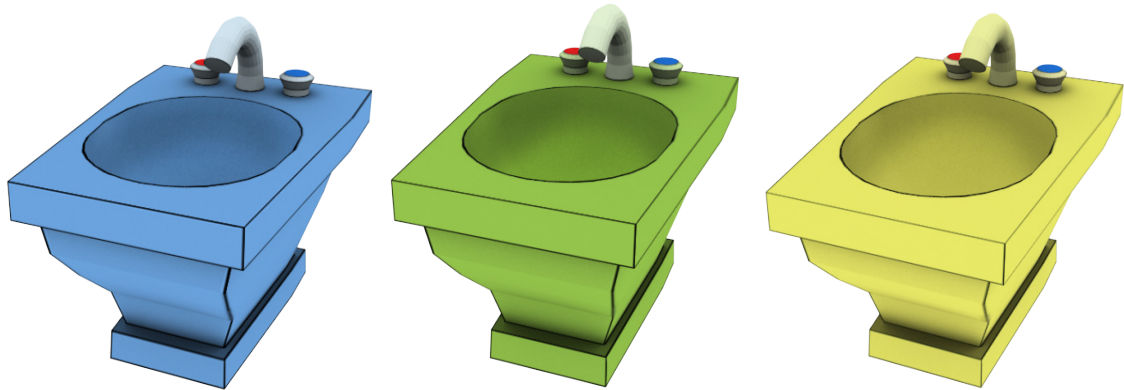


Imagen 4.31. Bidet del baño.

- **Retrete** (ver imagen 4.32).

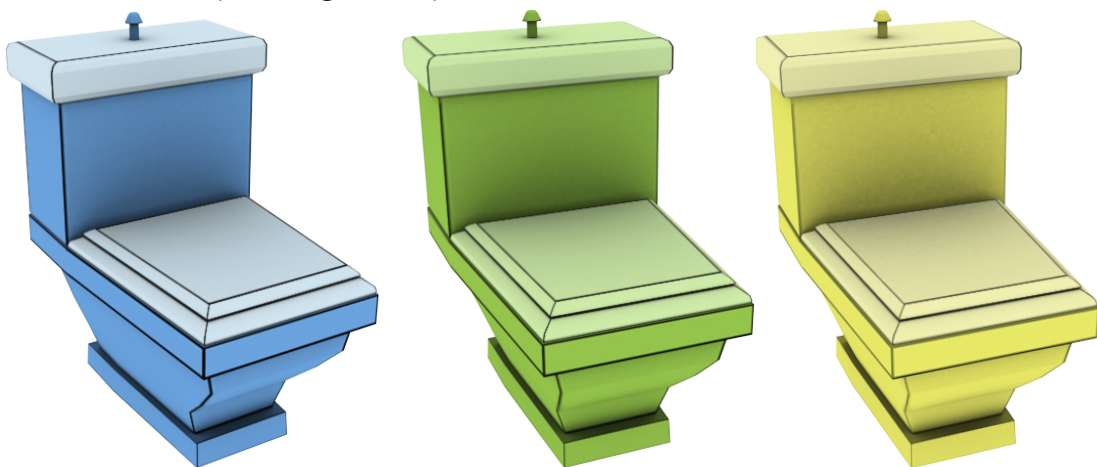


Imagen 4.32. Retrete del baño.

- **Estante** (ver imagen 4.33).



Imagen 4.33. Estante del baño.



- Ventana-baño (ver imagen 4.34).

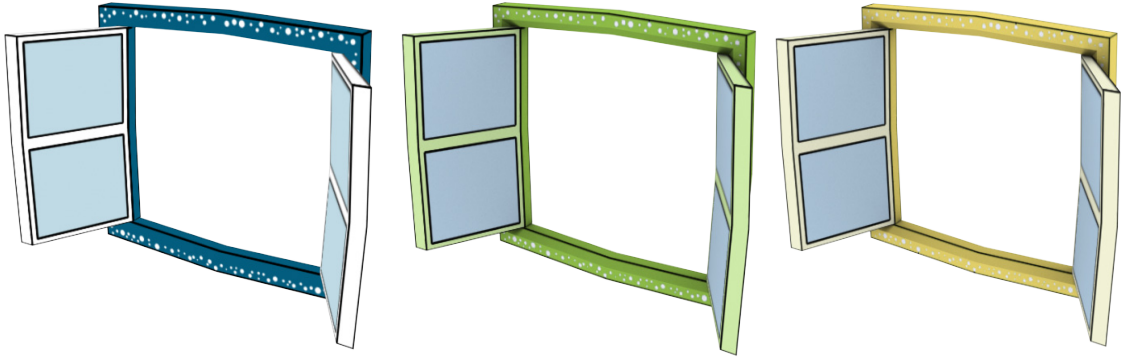


Imagen 4.34. Ventana del baño.

- Puerta planta 1 (ver imagen 4.35).

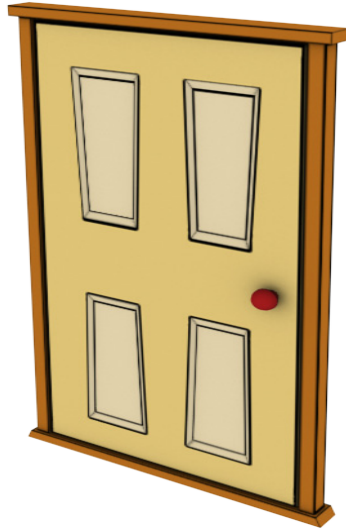


Imagen 4.35. Puerta de la planta 1.

- Puerta planta 2 (ver imagen 4.36).

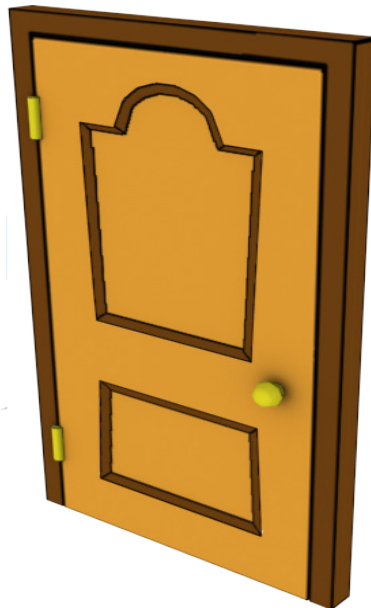


Imagen 4.36. Puerta de la planta 2.



- **Nubes** (ver imagen 4.37).

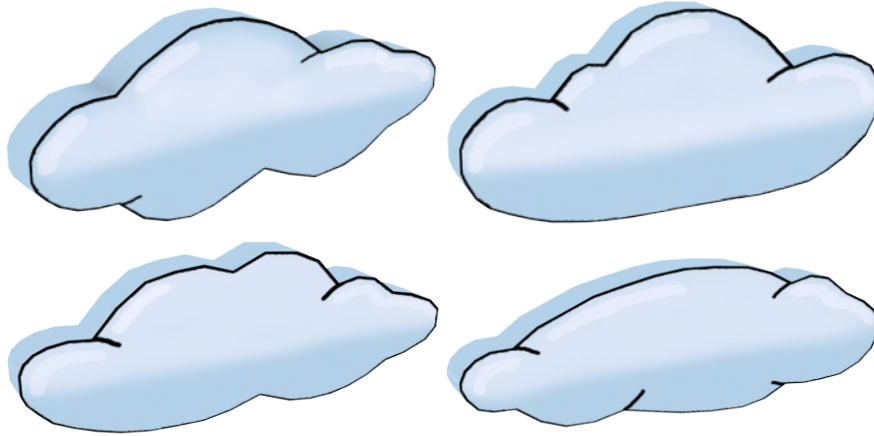


Imagen 4.37. Nubes del escenario.

- **Sol** (ver imagen 4.38).



Imagen 4.38. Sol del escenario.

- **Coche** (ver imagen 4.39).



Imagen 4.39. Coche del escenario.

4.1.3 Animaciones 3D

Se crearon varias animaciones para el escenario 3D a partir de algunos de los objetos modelados (ver imágenes 4.40, 4.41, 4.42 y 4.43).



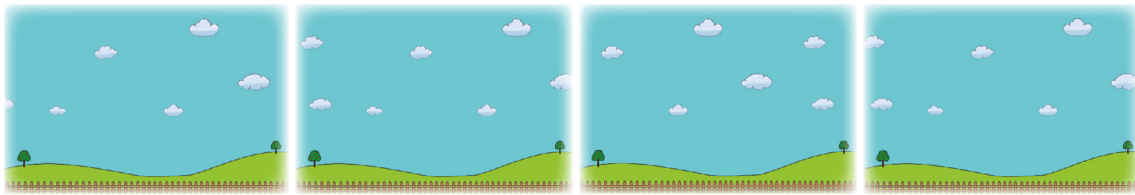


Imagen 4.40. Secuencia de animación de las nubes.

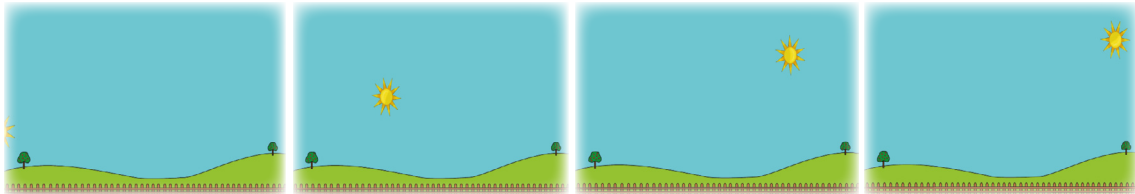


Imagen 4.41. Secuencia de animación del sol.

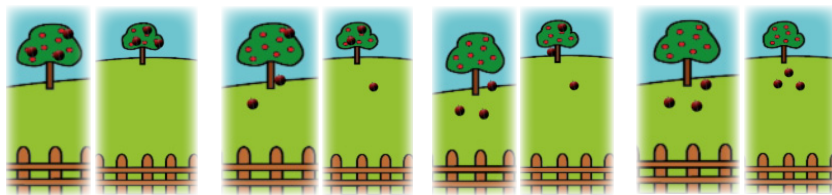


Imagen 4.42. Secuencia de animación de las manzanas.

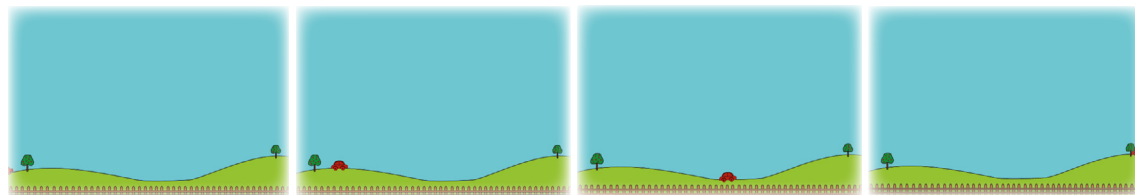


Imagen 4.43. Secuencia de animación del coche.

4.2 Elementos de la interfaz 2D

4.2.1 Objetos

Se diseñaron varias interfaces 2D para cada uno de los mini-juegos con diferentes elementos de interacción. A través de estos elementos se interactúa con el entorno 3D.

Se creó una interfaz inicial donde elegir el mini-juego (ver imagen 4.44).





Imagen 4.44. Interfaz inicial.

Se diseñó una interfaz donde, en algunas ocasiones, el niño puede cambiar el color de los muebles o habitaciones (ver imagen 4.45). Para ello, se crearon dos elementos interactivos: los botes de pintura y el editor de color.

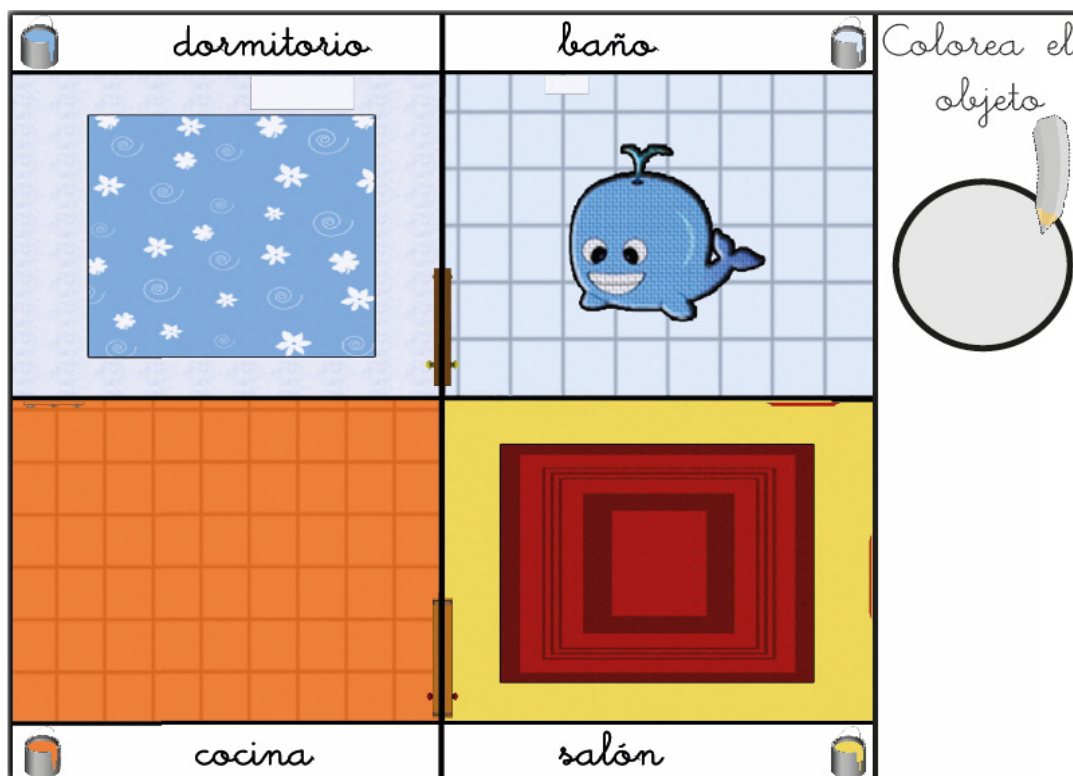


Imagen 4.45. Interfaz 2D con opción de cambiar color de habitación y de objetos.

Se realizaron cuatro botes de pintura con tres estados cada uno (ver imagen 4.46). Se crearon cuatro estados diferentes para el editor dependiendo del objeto a colorear (ver imagen 4.47).



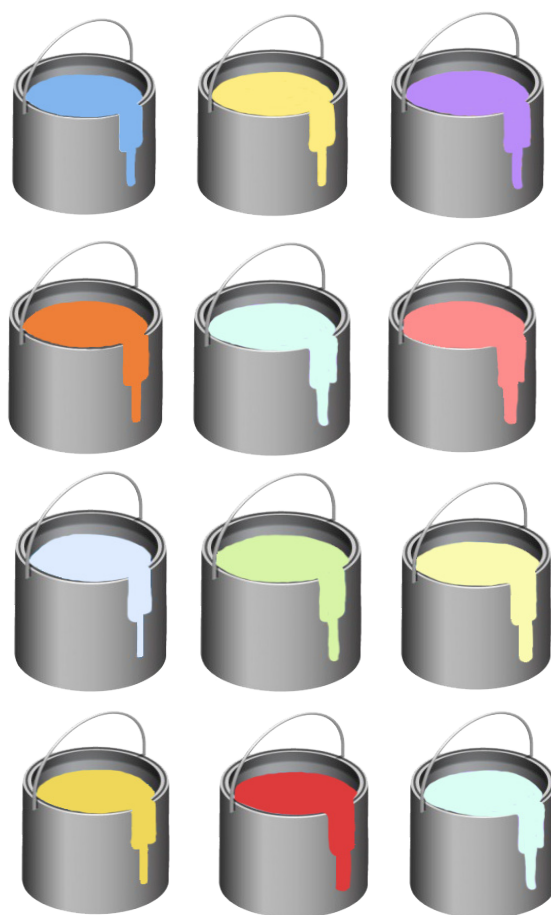


Imagen 4.46. Los cuatro botes de pintura con tres estados.

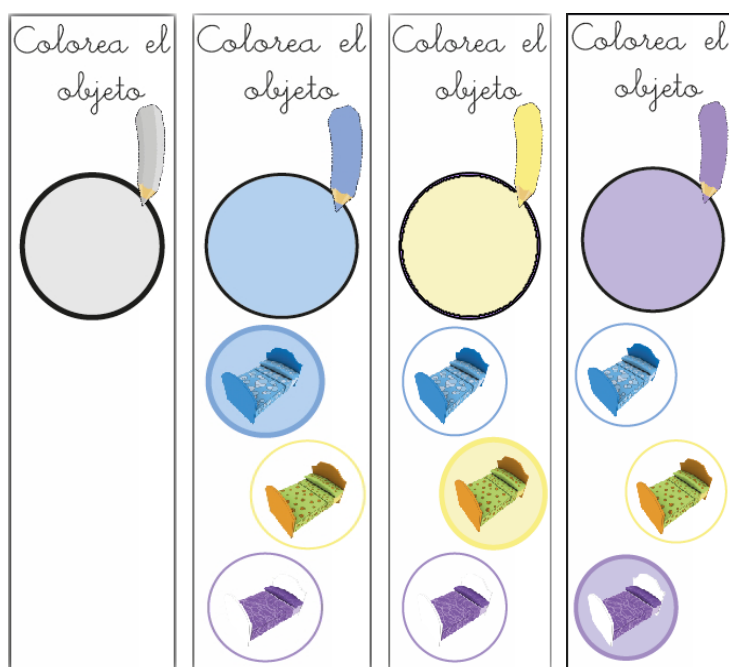


Imagen 4.47. Los cuatro estados del editor de color.



4.2.2 Animaciones 2D

Se crearon tres animaciones para las interfaces 2D del juego.

La primer animación se creó para indicar al niño que ha hecho la actividad correctamente (ver imagen 4.48).

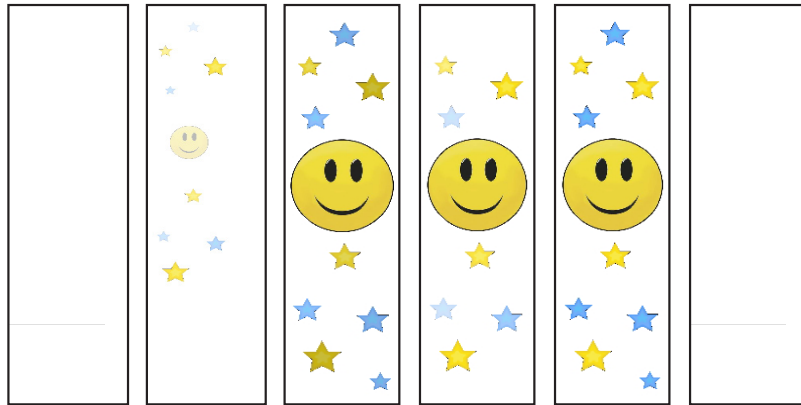


Imagen 4.48. Secuencia de la animación de acierto.

Se creó otra animación para indicar al niño que ha hecho mal la actividad (ver imagen 4.49).

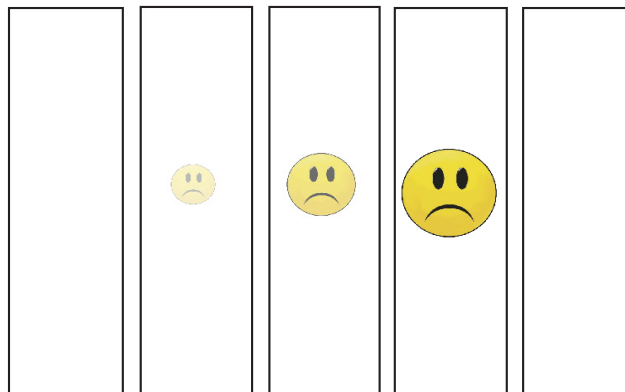


Imagen 4.49. Secuencia de la animación de error.

Por último, se creó otra animación para indicar el inicio de un nuevo nivel en uno de los mini-juegos (ver imagen 4.50).



Imagen 4.50. Secuencia de la animación de nuevo nivel.



4.3 Juego

4.3.1 Minijuego “Decora tu casa”

Al iniciar el juego la casa está vacía (ver imagen 4.51).

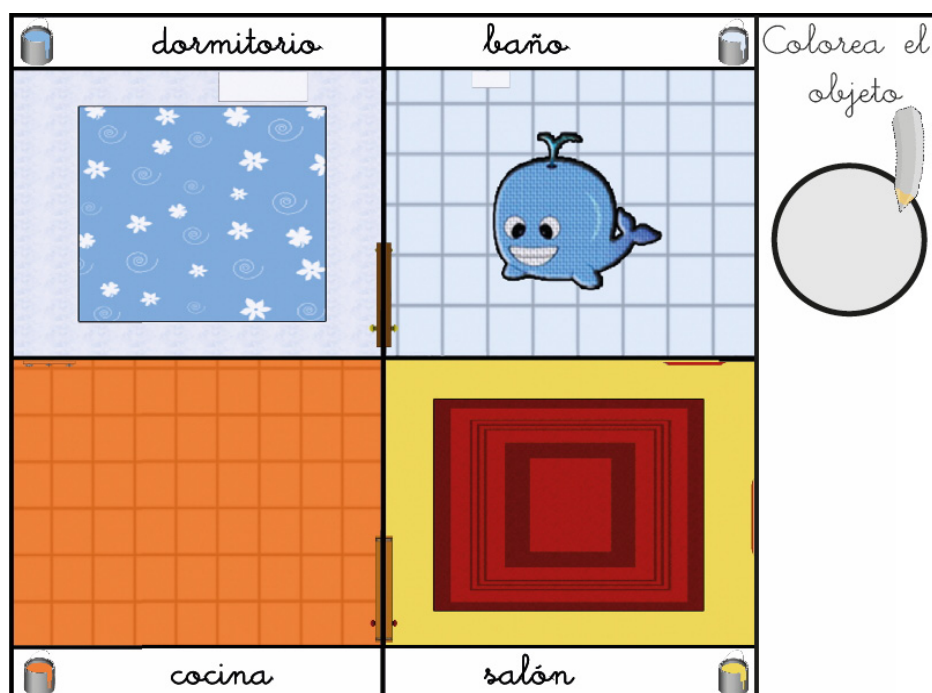


Imagen 4.51. Interfaces 3D (visualizado en pantalla) y 2D (visualizado en la mesa) iniciales del juego “Decora tu casa”.



El niño coloca uno de los objetos en la casa (ver imagen 4.52).

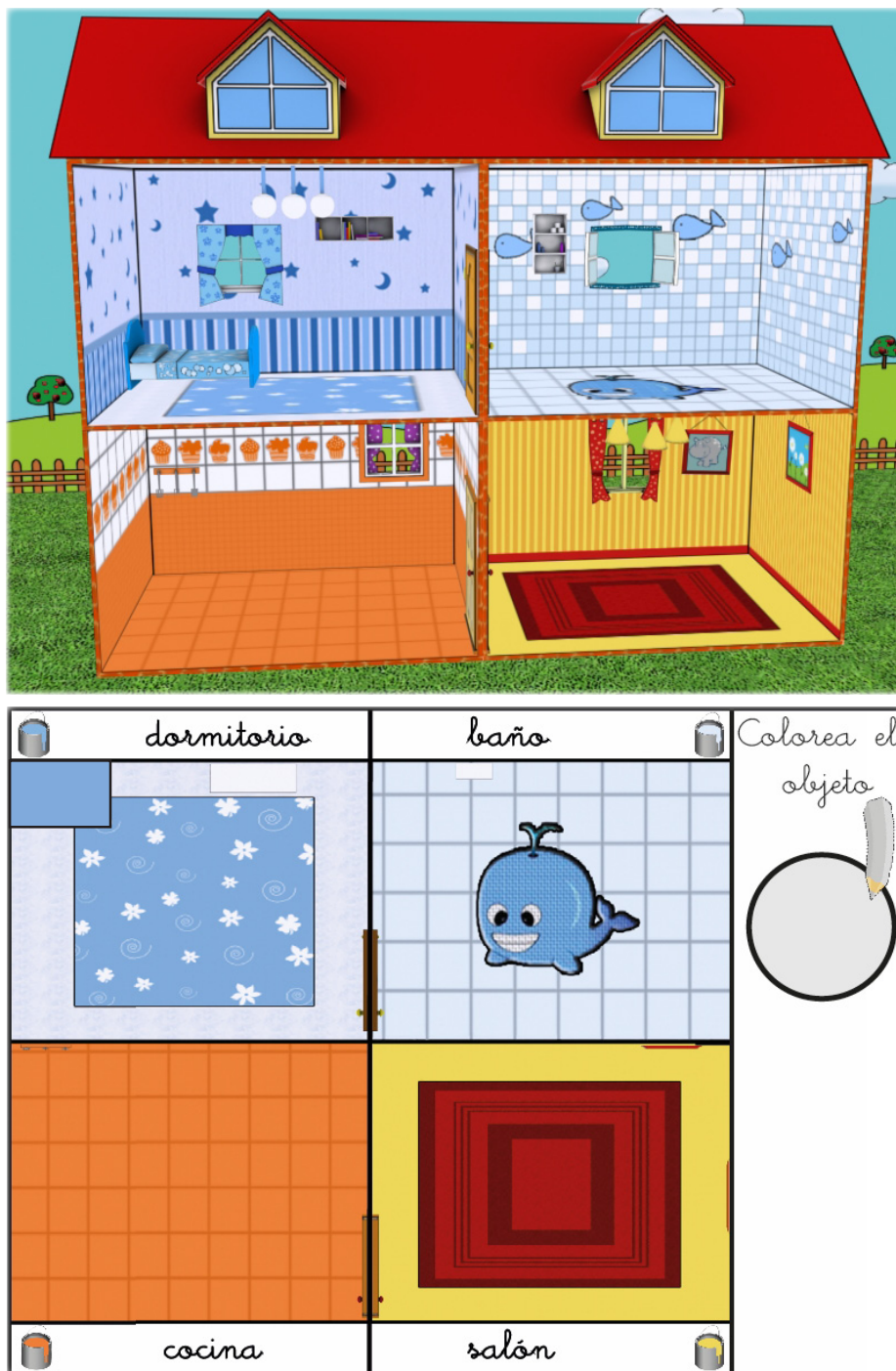


Imagen 4.52. Cama colocada en el dormitorio.

El niño puede cambiar el color del dormitorio pulsando en el bote de pintura de la esquina (ver imagen 4.53).



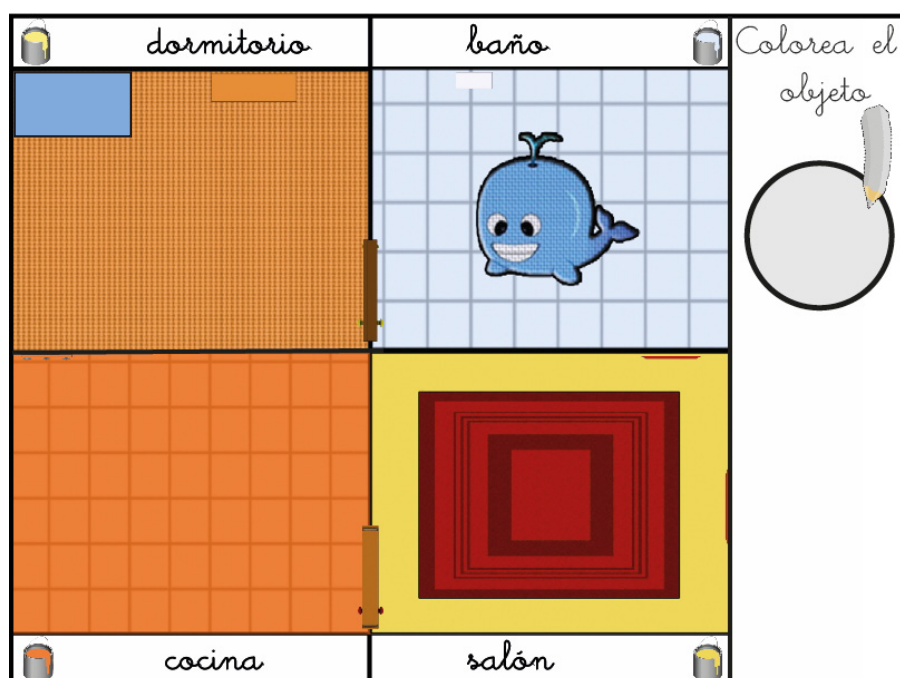


Imagen 4.53. Cambio de color del dormitorio.

Si el niño quiere cambiar el color del objeto, lo coloca sobre el círculo gris. Se muestra seleccionado el color por defecto (ver imagen 4.54).



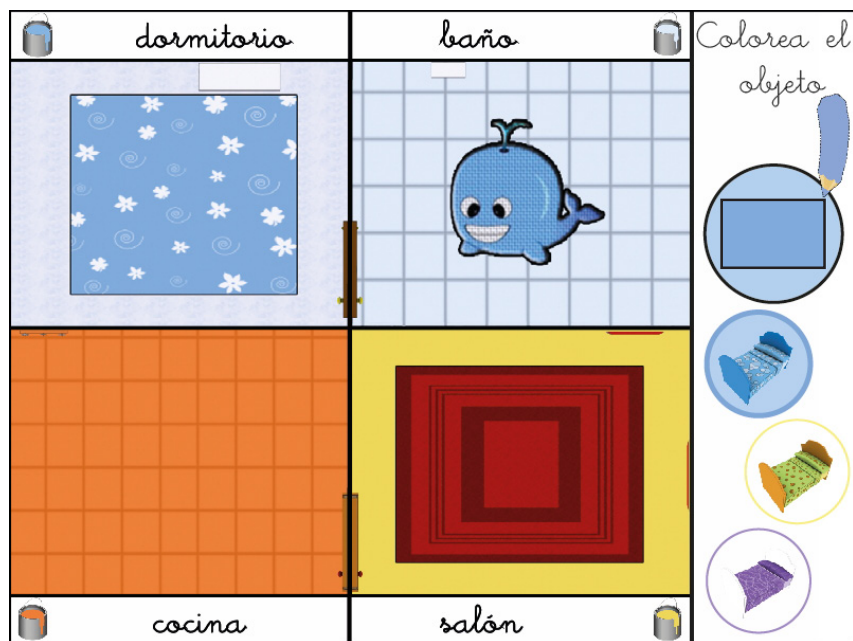


Imagen 4.54. Cama colocada sobre el editor.

Se selecciona una de las otras opciones con el dedo (ver imagen 4.55) y se coloca el objeto sobre la casa de nuevo (ver imagen 4.56).

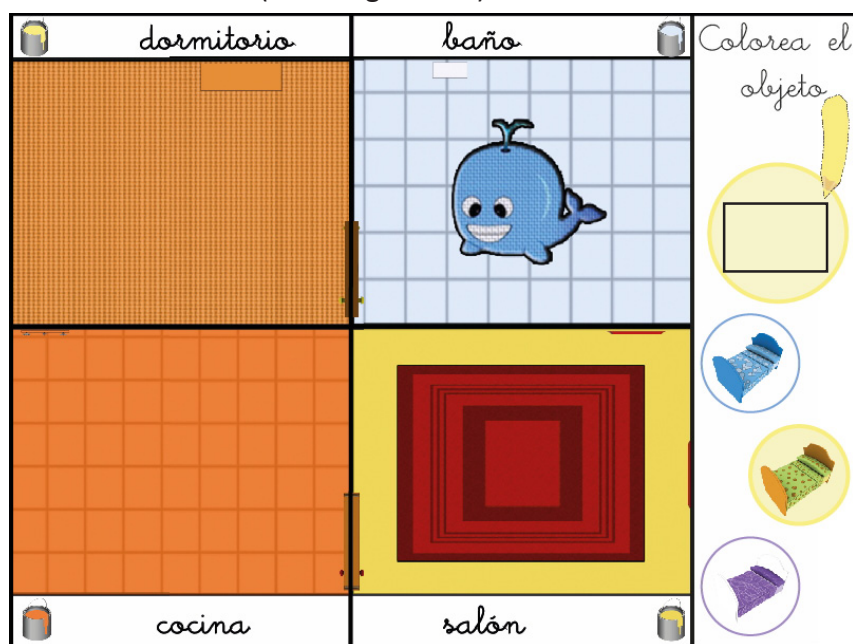


Imagen 4.55. Cambio de color de la cama.



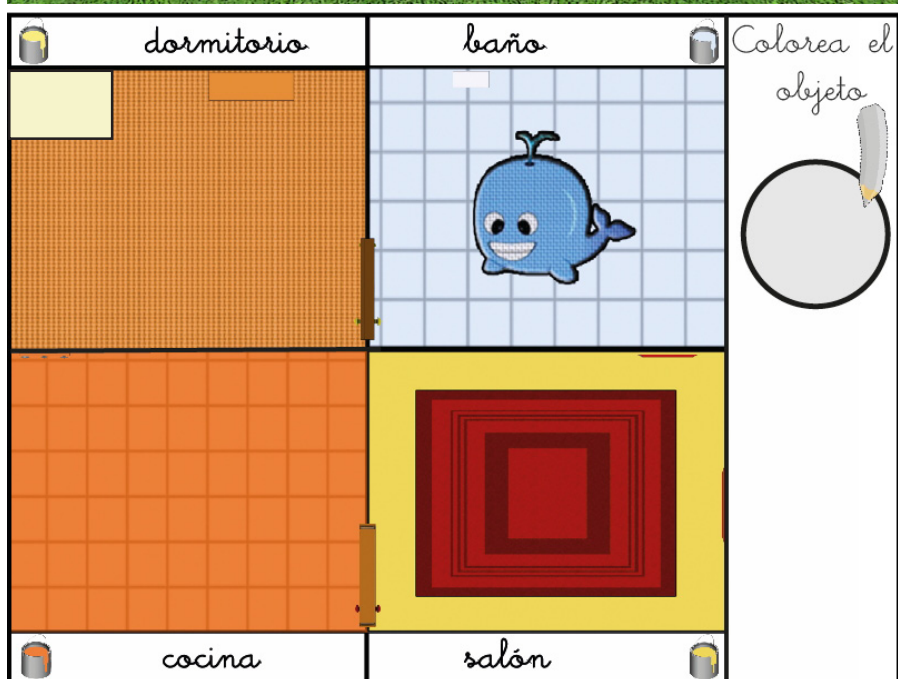


Imagen 4.56. Cama con el nuevo color colocada en el dormitorio.



4.3.2 Minijuego “Cada cosa en su lugar”

Al iniciarse el juego la casa aparece vacía (ver imagen 4.57).

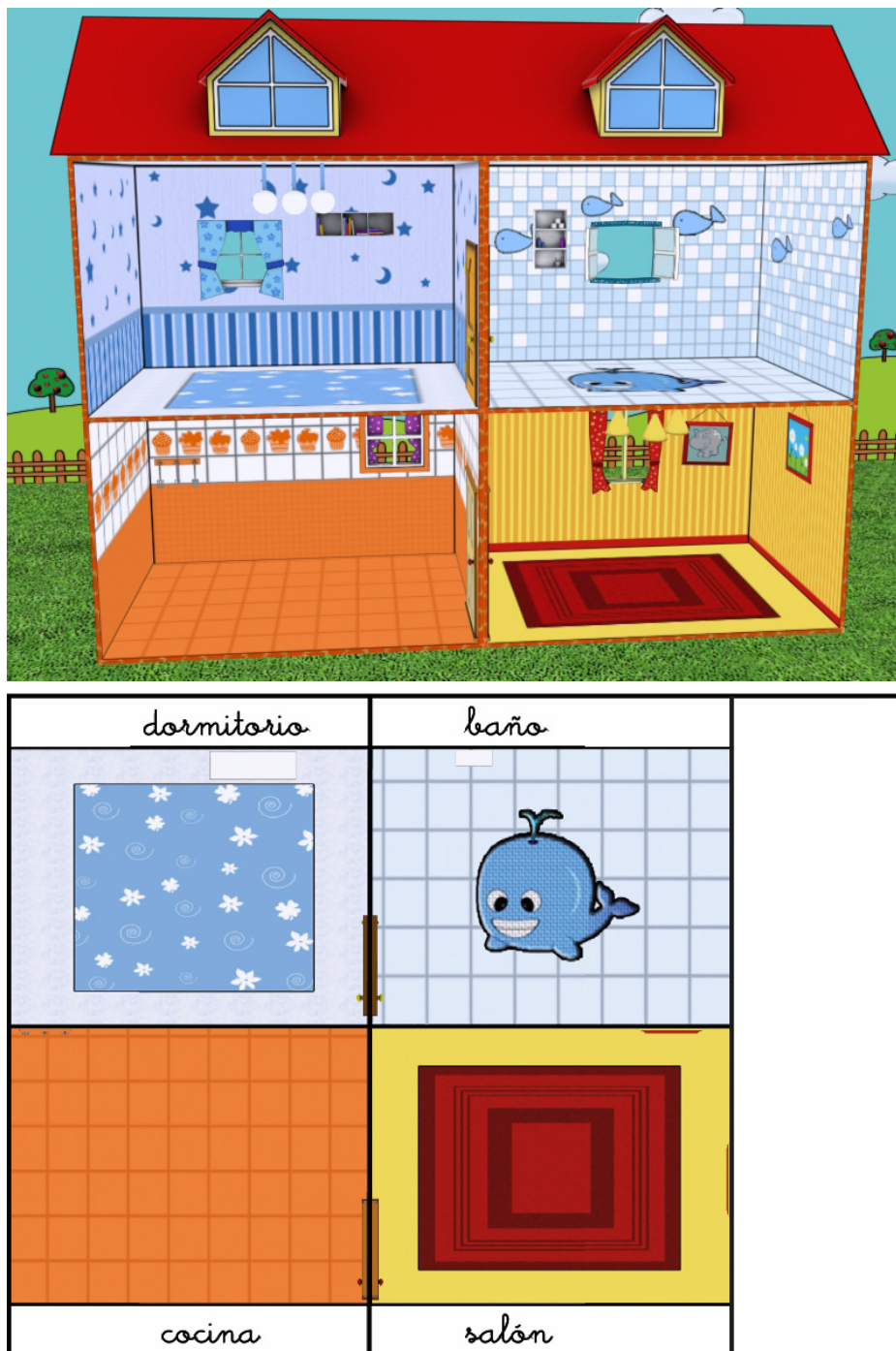


Imagen 4.57. Interfaces 3D y 2D iniciales del juego “Cada cosa en su lugar”.



El niño debe colocar cada objeto en su habitación correcta. Si lo hace mal, se muestra la animación de error (ver imagen 4.58) y debe seguir intentándolo hasta que aparece la animación de acierto (ver imagen 4.59).

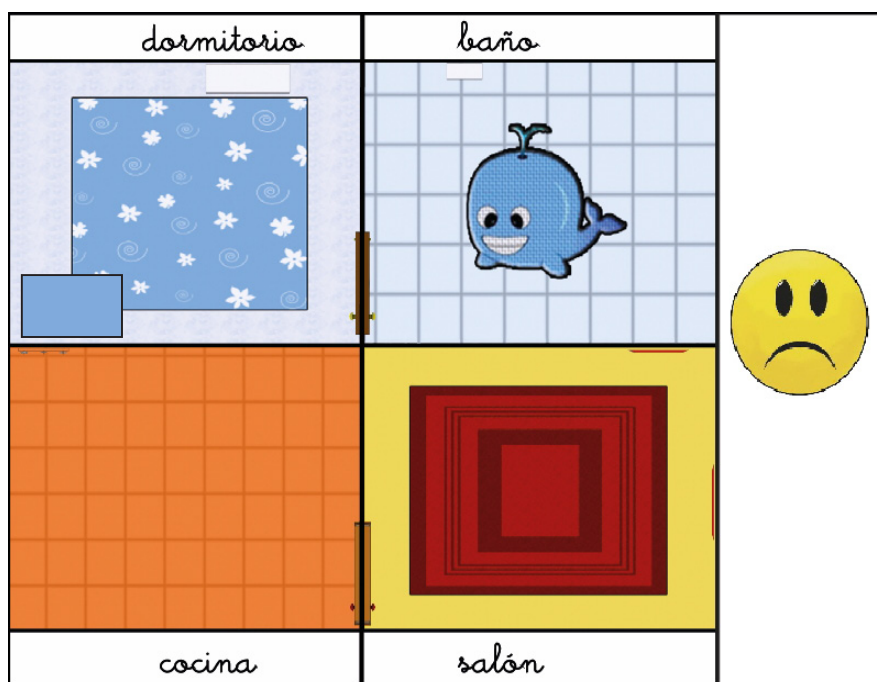


Imagen 4.58. Cama colocada incorrectamente en la cocina.



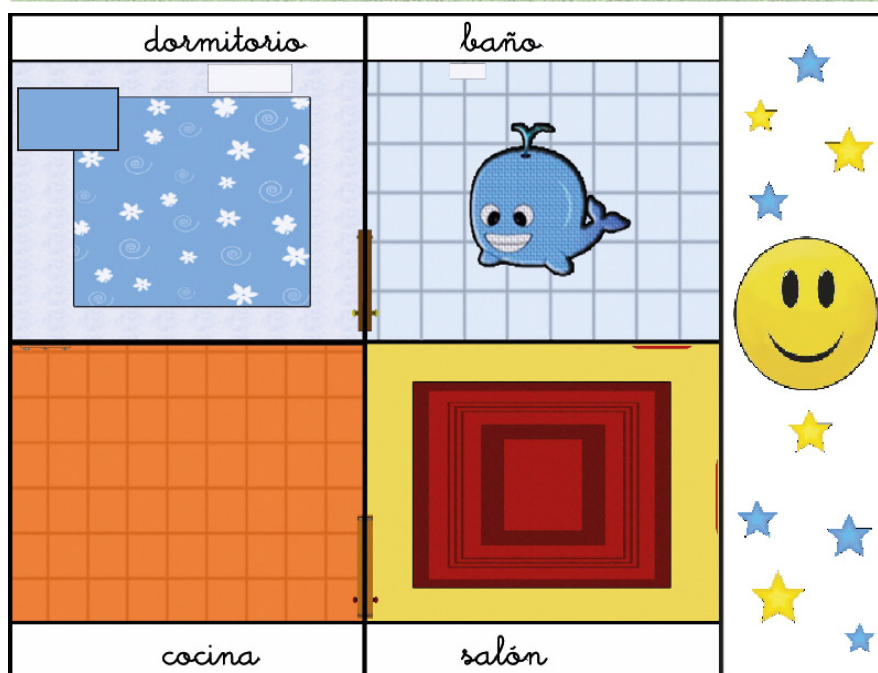


Imagen 4.59. Cama colocada correctamente en el dormitorio.



4.3.3 Minijuego “Ordena la habitación”

Al iniciar el juego se muestra la animación que indica el “nivel 1” y en la casa 3D aparecen algunos muebles ya colocados pero semitransparentes (ver imagen 4.60).

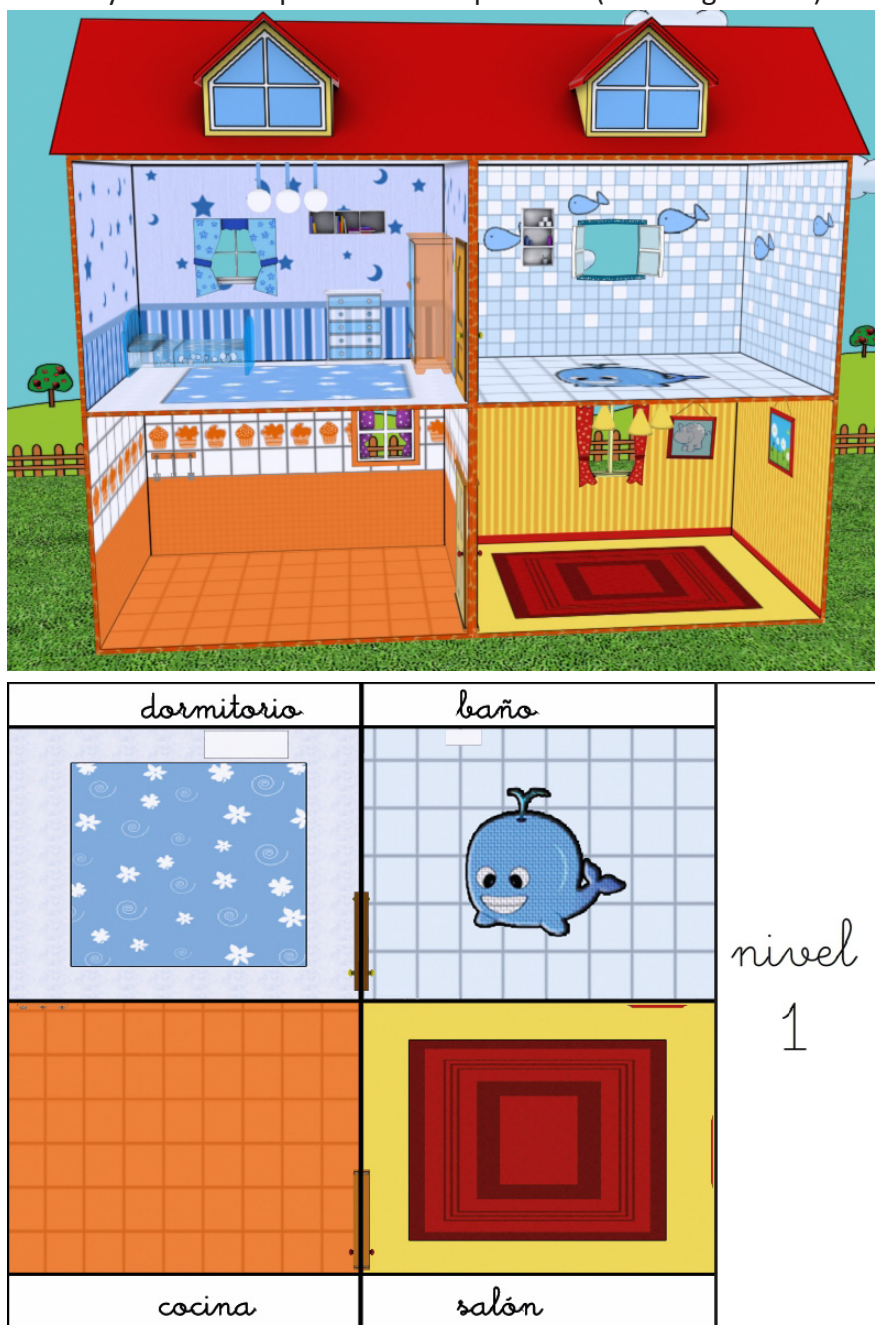


Imagen 4.60. Interfaces iniciales del mini-juego “Ordena la habitación”.

El niño debe reconocer los objetos que están en la casa y su color. Se coge el objeto y se modifica su color si es necesario en el editor (ver imagen 4.61).



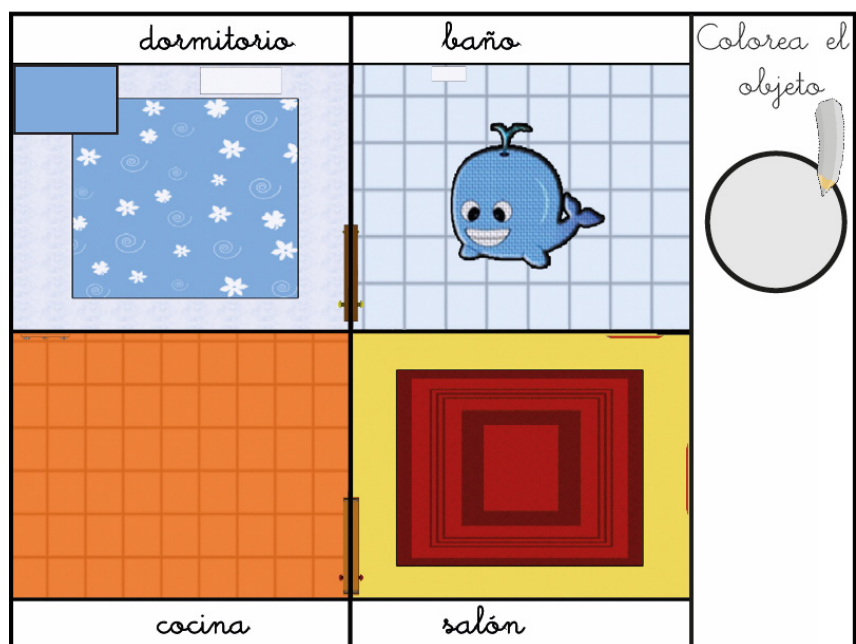


Imagen 4.61. Cama colocada correctamente.

Cuando todos los objetos que aparecen en escena están correctamente colocados, aparece la animación de acierto, indicando el pase al siguiente nivel (ver imagen 4.62).



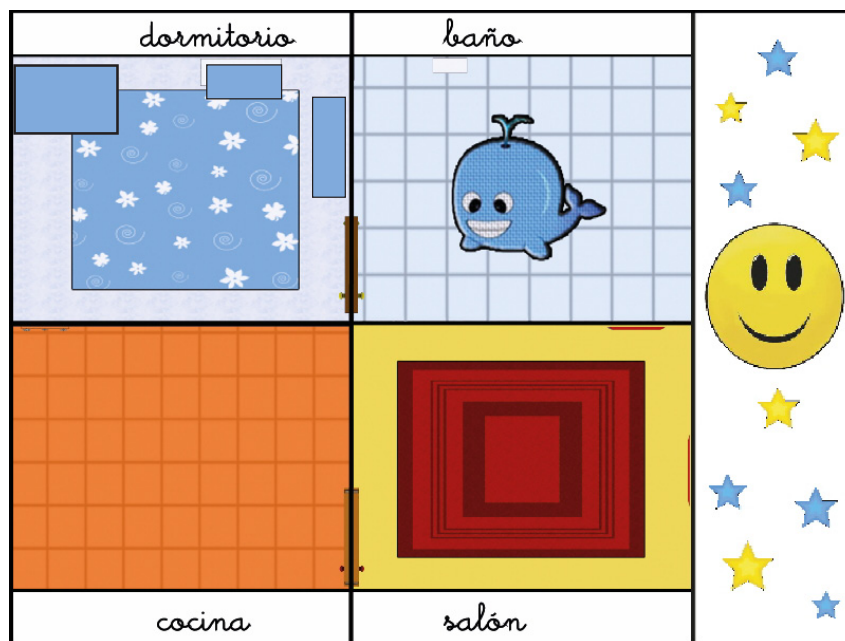


Imagen 4.62. Objetos colocados correctamente. Fin del nivel 1.

En la siguiente interfaz se repite el proceso pero mostrando el nivel 2. El niño termina el juego cuando consigue completar el nivel 5.

A continuación, se muestran posibles ejemplos de los niveles 2 al 5.

- **Nivel 2** (ver imagen 4.63).



Imagen 4.63. Objetos sólidos del nivel 2.

- **Nivel 3** (ver imagen 4.64).



Imagen 4.64. Objetos sólidos del nivel 3.

- **Nivel 4** (ver imagen 4.65).



Imagen 4.65. Objetos sólidos del nivel 4.



- **Nivel 5** (ver imagen 4.66).



Imagen 4.66. Objetos sólidos del nivel 5.





5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO





5. Conclusiones y trabajo futuro

5.1 Conclusiones

Se ha alcanzado el objetivo propuesto inicialmente, en concreto el diseño de un juego de casa de muñecas para la consola NIKVision, apropiado y atractivo para niños de entre tres y cinco años. Para ello:

- Se han tenido en cuenta aspectos formativos y de desarrollo del niño, realizando un estudio completo sobre sus capacidades y formas de aprendizaje. Se han extraído conclusiones de cara al proyecto y se han tenido en cuenta en su realización.
- Se han diseñado los gráficos 3D orientándolos hacia niños de entre tres y cinco años, a partir del estudio de las características y diseño de los juegos y videojuegos existentes:
 - Se ha diseñado un escenario coherente con el argumento del juego de modo que el niño pueda reconocer con facilidad a qué está jugando.
 - Se han diseñado todos los objetos necesarios según el guión del juego.
 - Se han modelado, texturizado e iluminado el escenario y los objetos teniendo en cuenta las restricciones técnicas impuestas por tratarse de un videojuego en tiempo real.
- Se ha diseñado la interfaz 2D utilizando elementos de interacción adecuados e intuitivos. Se han tenido en cuenta los gráficos 3D para establecer la correspondencia adecuada entre ambos escenarios.
- Se han generado las animaciones de todos los elementos animados en el entorno 3D y en la interfaz 2D.



5.2 Trabajo futuro

Existen múltiples posibilidades de trabajo futuro:

- El juego está completamente desarrollado, siendo únicamente necesaria su programación para aplicarlo al tabletop NIKVision. Por tanto, puede programarse para su completo desarrollo y aplicación.
- El juego realizado surge de la unión de tres minijuegos, por lo que es posible la creación de nuevos minijuegos que puedan incluirse dentro del juego de casa de muñecas.
- Así mismo, pueden realizarse nuevos juegos para los niños con otras temáticas diferentes.
- La consola NIKVision está en constante estado de evolución, ampliando las posibilidades de juego e interacción con ella: el juego planteado podrá evolucionar de la mano de NIKVision.



ANEXO A

Desarrollo del niño y teorías del aprendizaje





En este anexo se describen las características de desarrollo del niño de entre 3 y 7 años y las teorías del aprendizaje.

A.1 El desarrollo del niño

A medida que el niño avanza en edad, su desarrollo cognitivo, lingüístico, psicomotor y social va evolucionando. A continuación se muestran las principales características de los niños y niñas de entre tres y siete años [1][2], tomando como referencia las teorías pedagógicas y psicológicas de importantes autores como:

- Piaget, psicólogo y epistemólogo famoso por sus aportes en el campo de la psicología evolutiva, sus estudios sobre la infancia y su teoría del desarrollo cognitivo.
- Erickson, psicólogo destacado por sus contribuciones en la psicología del desarrollo.

A.1.1 Desarrollo cognitivo

En sus estudios, Piaget afirma que según se va desarrollando el organismo, las estructuras cognitivas cambian desde lo “instintivo” a través de lo “sensorio-motor” a la estructura “operativa” del pensamiento del adulto, y sostiene que estas tres formas de estructura cognitiva se desarrollan en cuatro etapas (ver imagen a.1):

- Etapa sensorio-motora.
- Etapa pre-operacional.
- Etapa de las operaciones concretas.
- Etapa de las operaciones formales.

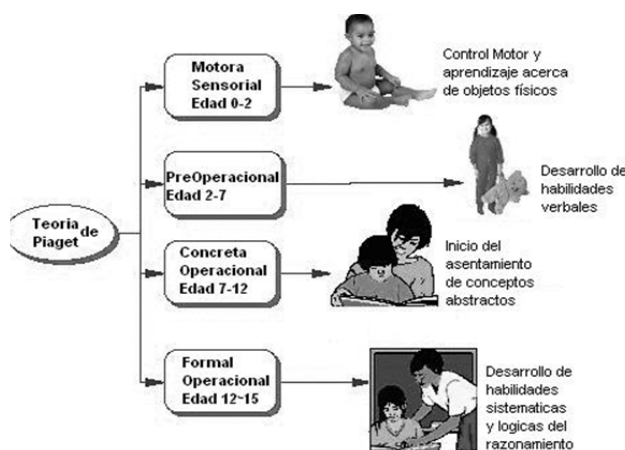


Imagen a.1. Estadios del desarrollo cognitivo según la teoría de Piaget.

En este caso el estudio se centra en la etapa pre-operacional, que abarca las edades de dos a siete años. Según Piaget, a estas edades:

- Los niños comienzan a desarrollar la capacidad para manejar el mundo de manera simbólica o por medio de representaciones.
- Comprenden identidades y funciones. Entienden que aunque las cosas cambien de apariencia siguen siendo lo mismo y son capaces de establecer la relación entre



dos hechos.

- Su pensamiento ya no está sujeto a las acciones externas y comienza a interiorizarse a partir de la función simbólica que se está adquiriendo.
- Concentran la atención en un único aspecto de la situación a la vez, siendo incapaces de considerar otros detalles y de pensar de manera lógica.
- No pueden ordenar los objetos por categorías conceptuales.
- Son capaces de formar una hipótesis o conclusión a partir de piezas separadas de información (razonamiento transductivo).

A.1.2 Desarrollo lingüístico

Según la teoría de Piaget el conocimiento lingüístico que el niño posee depende de su conocimiento del mundo.

En esta etapa los esquemas comienzan a ser simbolizados a través de palabras, comienzan a aparecer las primeras oraciones complejas y el uso fluido de los componentes verbales. El niño ya es capaz de expresar un juicio o una observación aunque aún no domine el lenguaje. Piaget explicó que en el niño existe un idioma funcional, y que éste se manifiesta por medio de símbolos en el juego y en los dibujos.

El lenguaje a esta edad es llamado lenguaje egocéntrico:

- El niño repite palabras o sílabas que ha escuchado.
- El niño habla para sí, como si pensase en voz alta, con el fin de acompañar o reemplazar la acción.

Este tipo de lenguaje se acentúa más en actividades de juego, en especial cuando se hace uso de la imaginación.

A.1.3 Desarrollo psicomotor

El niño a partir de los tres años ya tiene una gran capacidad para realizar actividades motoras rápidas y precisas, prestando mayor atención e interés a las acciones que realizan.

Respecto a su motricidad fina (manipulaciones) su presión es más efectiva, suelta y coge objetos, da golpes o manipula con las dos manos. Tiene una buena coordinación ojo-mano que le permite coger con intencionalidad, dar vueltas a los objetos o usar tijeras y perfecciona el movimiento de pinza.

En cuanto a la motricidad gruesa el niño ya se siente seguro al estar sobre sus pies y tiene un mayor control sobre la marcha, lo que le concede más independencia y autonomía.

A partir de los cinco años aumentan sus habilidades motrices gracias al desarrollo total del sentido del equilibrio, que le permite sentirse más confiado de sus posibilidades. En esta etapa empiezan a realizar los trazos típicos de la escritura. Se comienza a desarrollar la lateralidad, que consiste en el conocimiento del lado derecho e izquierdo del cuerpo, haciendo posible la orientación del cuerpo en el espacio.



Ya a los siete años el niño adquiere el dominio psicomotor, puede dominar y coordinar las distintas partes del cuerpo de forma automática. La precisión y rapidez manual que adquiere le permitirá aprender a escribir.

A.1.4 Desarrollo social

Según Erickson, a partir de los tres años la conducta del niño pasa de individual a más sociable. Se entretiene más con un grupo con el que compartir los juguetes, aunque en ocasiones puede mostrarse agresivo con los demás si estos no hacen lo que él quiere, y sigue necesitando jugar solo y hablar consigo mismo. Comienza a planear actividades e inventa juegos. Desarrolla una sensación de independencia e iniciativa y se siente seguro de su capacidad para dirigir a otras personas y tomar decisiones.

Entre los cinco y los siete años surge el sentido de competición y una sensación de orgullo en sus logros. Va cobrando mayor estabilidad dentro de un grupo y comienza a abandonar el egocentrismo, entrando en un proceso creciente de socialización y surgiendo así el juego reglado.

A.2 Las teorías del aprendizaje

Las teorías del aprendizaje [3] describen la manera en que los teóricos creen que las personas aprenden nuevas ideas. De esta forma se pueden conocer qué situaciones y comportamientos favorecen el aprendizaje de los niños.

A.2.1 Teoría conductivista

El conductivismo define el aprendizaje como un cambio conductual que se produce por medio de estímulos y respuestas, relacionado de acuerdo a principios mecánicos. Así los estímulos son las causas del aprendizaje y las respuestas son los efectos.

- **Aprendizaje por ensayo-error.**

Según Edward Thorndike, la base del aprendizaje es la asociación entre las impresiones de los sentidos y los impulsos para la acción o respuestas y que el aprendizaje se compone de una serie de conexiones entre un estímulo y una respuesta que se fortalecen cada vez que se genera un estado de cosas satisfactorias.

Sobre esto se formularon diversas leyes del aprendizaje, las más importantes son:

- Ley de Efecto. Cuando una conexión entre un estímulo y una respuesta es recompensado la conexión se refuerza y cuando es castigado se debilita. Surgen así las recompensas y los éxitos o los fracasos como mecanismos para la selección de la respuesta más adaptativa.
- Ley de Ejercicio. Mientras más se practique una unión estímulo-respuesta mayor será esa unión.



A.2.2 Teoría cognoscitiva

Esta teoría trata del aprendizaje que posee el individuo a través del tiempo mediante la práctica o interacción con el entorno. El ser humano utiliza sus propias experiencias para obtener el nuevo conocimiento.

- **Aprendizaje por descubrimiento. Jerome Brunner.**

Esta teoría se basa en el hecho de que el niño construye sus pensamientos a través del descubrimiento. El aprendizaje consiste, esencialmente, en la categorización. Una vez se recibe la información, ésta se organiza, se relaciona con otros conceptos, se retiene y, una vez se adquieren nuevos conceptos, se ensayan combinaciones para relacionarlos. El niño interactúa con la realidad organizando la información en sus propias categorías, posiblemente creando nuevas, o modificando las preexistentes (ver imagen a.2). Bruner distingue tres modos básicos mediante los cuales se capta la información:

- Modo enactivo: es la primera inteligencia práctica, surge y se desarrolla como consecuencia del contacto del niño con los objetos y su respuesta motriz a los estímulos.
- Modo icónico: es la representación de cosas mediante una imagen ya interiorizada e independiente de la acción. Sin embargo, tal representación sigue teniendo algún parecido con la cosa representada y la elección de la imagen no es arbitraria.
- Modo simbólico: se produce cuando la acción y la imagen se traducen a un lenguaje. Consiste en representar una cosa mediante un símbolo arbitrario que en su forma no guarda relación con la cosa representada.



Imagen a.2. Proceso de aprendizaje por descubrimiento según Bruner.



- **Aprendizaje significativo. David Ausubel.**

Según Ausubel, los nuevos conocimientos se conectan con un concepto relevante preexistente en la estructura cognitiva. Esto se logra gracias al esfuerzo del niño por relacionar los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos, ya que tiene una implicación afectiva, es decir, el niño quiere aprender porque lo considera valioso. Para ello el material debe ser organizado necesariamente según a la etapa del desarrollo. Ausubel señala tres tipos de aprendizajes:

- Aprendizaje de representaciones. Se produce cuando el niño adquiere el vocabulario. Primero aprende palabras que representan objetos reales con un significado, pero no los identifica como categorías.
- Aprendizaje de conceptos. El niño, a partir de experiencias concretas entiende las palabras como conceptos. Por ejemplo, comprende que la palabra “mamá” puede usarse también por otras personas refiriéndose a sus propias madres.
- Aprendizaje de proposiciones. Cuando el niño conoce el significado de los conceptos, puede formar frases que contengan dos o más conceptos en las que se afirme o niegue algo. Así un concepto nuevo es asimilado al integrarlo en su estructura cognitiva con los conocimientos previos.

- **Inteligencias múltiples. Howard Gardner.**

Gardner añade que al igual que hay muchos problemas que resolver, también hay muchos tipos de inteligencia, en concreto ocho:

- Visual-espacial. Consiste en la habilidad de pensar y formar un modelo mental del mundo. Permite al niño reconocer objetos en diferentes circunstancias, anticipar consecuencias o comparar objetos.
- Lógica-matemática. Utiliza el pensamiento lógico para entender causa y efecto, relaciones o ideas. Permite pensar críticamente y razonar.
- Musical. Es la habilidad para entender o comunicar emociones e ideas a través de la música. El niño manifiesta sensibilidad a los sonidos y percibe distintos tonos.
- Verbal-lingüístico. Es la habilidad para utilizar el lenguaje verbal y escrito para comunicar y adquirir nuevos conocimientos. Facilita al niño la comprensión de nuevas palabras y desarrollar su memoria y sentido del humor.
- Corporal. Es la capacidad de utilizar el propio cuerpo para realizar actividades o resolver problemas.
- Intrapersonal. Habilidad para tomar conciencia de sí mismo y conocer sus aspiraciones, metas, emociones, fortalezas y debilidades propias.
- Interpersonal. Permite entender a los demás, sus sentimientos y necesidades. Con este tipo de inteligencia el niño sabe establecer relaciones, trabajar cooperativamente y desarrollar la empatía.
- Naturalista. Es la habilidad para interactuar con la naturaleza, observar e investigar.



- **Desarrollo cognitivo mediante interacción social. Vygotsky.**

Vygotsky, en su teoría, trata el potencial de aprendizaje de los niños. El desarrollo actual del niño, o su conocimiento base, es lo que el niño conoce y sabe hacer sin ayuda o apoyo de un mediador. El nivel de desarrollo próximo es lo que el niño es capaz de aprender y hacer con ayuda de un adulto o mediador (ver imagen a.3). Según Vygotsky, la distancia entre el desarrollo actual del niño y su nivel de desarrollo próximo apoyado por un mediador, es el potencial de aprendizaje.



Imagen a.3. Teoría del desarrollo próximo según Vygotsky.

A.2.3 Otras teorías

- **Cono de la experiencia y aprendizaje. Edgar Dale.**

Esta teoría analiza la profundidad del aprendizaje realizado mediante diversos medios. Indica la importancia de la experiencia directa y la necesidad de contactar con la realidad. En la cúspide del cono (ver imagen a.4) se encuentra la representación oral. En la base, representando la mayor profundidad de aprendizaje, se encuentra la experiencia directa (realizar uno mismo la actividad que se pretende aprender).

De esta manera, Dale destaca la relevancia de la manipulación directa para el aprendizaje.



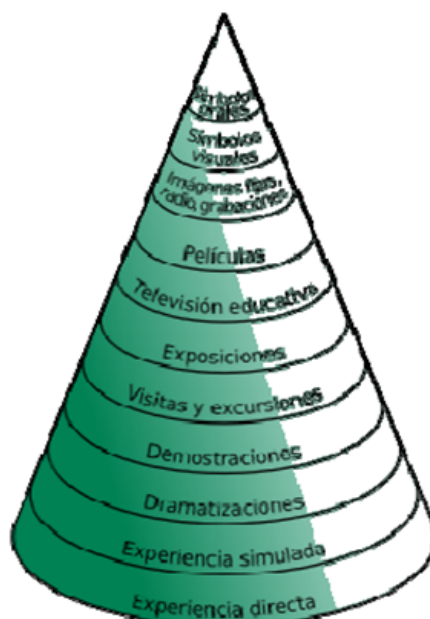


Imagen a.4. Teoría del cono de la experiencia y aprendizaje según Dale.

- **Teoría del aprendizaje social o por observación. Bandura.**

Según Bandura, es posible aprender observando otros modelos. Mediante la observación e imitación el niño presta atención a la conducta de un modelo, luego la codifica internamente y, posteriormente, la reproduce. Así refuerza la conducta y la incorpora como aprendizaje.

- **Aprendizaje cooperativo.**

Consiste en la colaboración e intercambio de ideas en la búsqueda conjunta del conocimiento. Permite a los niños superar el egocentrismo y construir sus aprendizajes de forma significativa gracias al apoyo del resto de participantes. También es posible que el aprendizaje se produzca gracias a la capacidad de imitar y observar y a la similitud de los conocimientos e intereses de sus iguales.

A.2.4 Conclusiones

La teoría conductivista de aprendizaje por ensayo-error resalta la importancia de recompensar al niño cuando lleve a cabo la actividad de forma exitosa o, por el contrario, se le haga entender que la actividad está mal realizada. De esta forma, y según la ley de Efecto, el niño irá aprendiendo, a base de conocer sus errores, cuál es la forma correcta de jugar. Las posibilidades que ofrece el tabletop permitirán añadir diferentes elementos gráficos o sonoros que informen al niño sobre su progreso en el juego.

Las teorías de Brumer ponen de manifiesto la importancia de la manipulación de objetos como método de aprendizaje. En concreto, mediante el proceso enativo, en el que la información se obtiene al tomar contacto con la realidad mediante la respuesta motriz ante los estímulos del juego. A través de los procesos icónicos, las imágenes impulsan al



niño a construir nuevas representaciones cognitivas cada vez más complejas y mediante el proceso simbólico, se trasladan esas imágenes a un lenguaje. Por tanto, la combinación del juego simbólico tangible ofrecido por la mesa con la observación de las imágenes e incluso de palabras le permitirá al niño desarrollarse tanto a nivel cognitivo como lingüístico, social y motor.

Ausubel habla en su teoría de la implicación afectiva que debe suponer el nuevo aprendizaje para el niño y, por tanto, de la necesidad de adecuar el juego a sus capacidades. De esta forma, el juego tendrá que ser atractivo y llamar la atención del pequeño, que no llegue a aburrirse y perder el interés por lo que hace. Será importante establecer una correcta adecuación entre los juegos de casas de muñecas y la edad del niño. Además vuelve a dar gran importancia a las palabras como forma de aprender ideas y conceptos.

Mediante la teoría de inteligencias múltiples de Gardner, se observan las múltiples capacidades que se pueden desarrollar en el niño mediante el juego. Se tendrá esto en cuenta a la hora de crear el juego, con el fin de incidir en las máximas capacidades posibles. Se podrá ayudar así al niño a formar modelos mentales de la realidad, pensar críticamente, conocer palabras nuevas y desarrollar la memoria, usar el propio cuerpo para resolver problemas y aprender a relacionarse y trabajar con otros niños. Los juegos de casas de muñecas desarrollarán principalmente la inteligencia visual-espacial, lógica-matemática, verbal-lingüística, corporal, interpersonal e intrapersonal.

Según Vigotsky y su teoría de la zona de desarrollo próximo, lo más importante para que se produzca el aprendizaje es la interacción social y el lenguaje. Además, deberá existir un mediador en el juego que ayude a definir el potencial de aprendizaje del niño. De esta forma, la ayuda de un tutor virtual o real podrá orientar al niño y conseguir que pueda llegar a realizar aprendizajes que por sí solo no sería capaz.

Por su parte, Dale y su cono de la experiencia muestran, al igual que Brumer, la necesidad de contactar con la realidad mediante la experiencia directa, manipulando los objetos físicamente.

Tanto la teoría de aprendizaje por observación como la teoría de aprendizaje cooperativo, defienden la importancia de que el juego pueda ser jugado con otros niños. El niño, observando el comportamiento de otros con más experiencia, podrá aprender observándoles y, mediante el intercambio de ideas, podrá aumentar su conocimiento. Por tanto, se intentará diseñar un juego colaborativo en el que varios niños puedan interactuar con la casa de muñecas.



ANEXO B

Interacción tangible y juego





En este anexo se analizan los beneficios de la interacción tangible en niños y se describen los principios de diseño de sus interfaces, haciendo referencia a varios ejemplos de juegos y juguetes tangibles, entre ellos, los desarrollados para NIKVision.

B.1 Beneficios de la interacción tangible para el aprendizaje

Los juguetes tangibles sirven como método de aprendizaje y desarrollo para los niños y constituyen una importante fuente de diversión. Pueden ser empleados como alternativa a la interfaz gráfica tradicional, permitiendo una manipulación directa mediante la cual los niños son capaces de controlar el sistema y navegar a través de la información, mediante la selección y manipulación de objetos físicos y no sólo de sus representaciones. Esto permite que el niño sienta que tiene el control total sobre el entorno, fomentando su participación activa y evitando que pierda el interés fácilmente. Además, la actividad física es muy importante para el aprendizaje, ya que los niños pueden mostrar sus conocimientos mediante sus acciones físicas, incluso aunque aún no puedan hablar sobre ese conocimiento. Por otra parte, existen beneficios derivados del sencillo uso de estos sistemas, ya que utilizan una interfaz natural que permite a los niños concentrarse más en la tarea a realizar. La capacidad de estos juguetes tangibles de retroalimentarse continuamente, permite al niño visualizar en todo momento las consecuencias en el mundo digital de sus acciones en el modelo físico, desarrollando así la actividad de prueba-error. Otro de los beneficios es que los materiales físicos dan lugar a imágenes mentales que pueden servir de guía para la resolución de problemas futuros en ausencia de dichos objetos físicos, desarrollando la capacidad de análisis y aplicación de soluciones del niño. Por último, no se limitan a un único usuario, los niños pueden colaborar con sus iguales de forma totalmente natural, lo que, según investigadores, les aporta una experiencia enriquecedora y les permite realizar tareas más eficientes.

Todos estos beneficios se derivan de una serie de estudios de importantes psicólogos, pedagogos e investigadores [9]:

- Montessori observó que los niños pequeños se sentían fuertemente atraídos por elementos de desarrollo sensorial. Señaló que los niños utilizan los materiales de manera espontánea, independiente, repetitiva y con una profunda concentración. Creía que jugar con objetos físicos permitiría a los niños realizar la actividad como un propósito. Abogó por el juego de niños con manipulativos físicos como herramientas para el desarrollo.
- Ishii y Ulmer defienden el uso de objetos familiares manipulados físicamente, con el fin de que sean reconocidos por el niño y pueda entender fácilmente para qué sirven y cómo utilizarlos.
- Price asume que el uso de elementos conocidos y familiares en el mundo tangible permite a los niños combinar y recombinar lo conocido en formas nuevas y desconocidas que fomenten la creatividad y la reflexión.
- Goldin-Meadow defiende que el gesto apoya al pensamiento y al aprendizaje,



mostrando en sus investigaciones como los gestos de algunos niños se correspondían con sus explicaciones verbales. Esto evidencia que los niños pueden conocer las cosas sin ser capaces de expresar su conocimiento a través del lenguaje verbal, lo que defiende la necesidad de la actividad física para el aprendizaje.

- Piaget y Brunner demostraron que los niños frecuentemente pueden resolver sus problemas cuando se les da materiales concretos con los que trabajar antes de que puedan solucionarlos simbólicamente. El movimiento físico puede mejorar el pensamiento y el aprendizaje, por ejemplo Rieser ha demostrado como la locomoción ayuda a los niños en la categorización y recuerdo de tareas sobre perspectivas e imágenes espaciales, aún cuando ellos normalmente fallan en las versiones simbólicas de estas tareas.
- Alibali y Dirusso con sus investigaciones han demostrado que tocar objetos ayuda a los niños pequeños a aprender a contar, no solo con el fin de no perder de vista lo que están contando, sino también para desarrollar correspondencias entre los números y los elementos. En esta misma área de investigación, Goswami sugiere que las zonas neuronales que se activan durante el conteo de dedos, que es una estrategia de desarrollo para el aprendizaje de las habilidades de cálculo, con el tiempo vienen a respaldar el desarrollo de las habilidades numéricas en la manipulación de objetos.
- En cuanto al trabajo en grupo, algunos experimentos sobre uso de ordenadores en la India rural realizados por Sugata Mitra sugieren que los niños son capaces de, sin instrucción previa, llegar a un nivel básico de alfabetización informática. Se supone que un entorno de ordenador con acceso libre y un mínimo de intervención puede estimular a los niños a experimentar y discutir en grupo, derivando en un proceso de auto-aprendizaje.
- Por último, Cassell y Ryokai defienden que, a través de la interacción social e imitando a otros, los niños adquieren nuevas habilidades y aprenden a colaborar con los demás. Esto se da también cuando juegan con el ordenador. Las investigaciones demuestran que el uso de ordenadores puede fomentar el apoyo social y la interacción. Algunas observaciones del uso de ordenadores en las aulas muestran que los niños prefieren trabajar en grupos alrededor de un único dispositivo.

B.2 Diseño de interfaces tangibles

Las características principales que deben ofrecer las interfaces tangibles para niños son las siguientes:

- Permitir la entrada paralela, mediante las dos manos, mejorando la expresividad o la capacidad de comunicación con el ordenador.
- Aprovechar las habilidades motoras para la manipulación de objetos físicos y el razonamiento espacial.



- Externalizar las representaciones internas del ordenador.
- Permitir el uso colaborativo.
- Incorporar, mediante las representaciones físicas, una mayor variedad de mecanismos para el control interactivo.
- El estado físico de los elementos tangibles debe encarnar los aspectos clave del estado digital del sistema.

Además de las características nombradas, el diseño de estas interfaces debe cumplir con una serie de principios que asegurarán un correcto funcionamiento y aceptación del producto por parte del usuario. Estos principios son [10]:

- Visibilidad. Intentar que las cosas sean visibles para que los niños puedan ver qué funciones están disponibles y qué está haciendo el sistema.
- Consistencia. Ser consistente tanto física como conceptualmente.
- Familiaridad. Utilizar lenguajes y similares que le sean familiares al pequeño. Si esto no es posible, utilizar metáforas que acerquen estas ideas a sus conocimientos.
- Correspondencia. Diseñar cosas en las que se vea claramente cual es su función (los botones se presionan, las sillas son para sentarse...)
- Navegación. Proporcionar soporte al niño para que pueda moverse por las distintas partes del sistema.
- Control. Dejar claro qué es lo que puede controlarse y que el usuario pueda tomar el control. Esto se conseguirá dejando claro el efecto que producen los diferentes controles.
- Retroalimentación. Rápida retroalimentación del sistema para que conozca los efectos de sus acciones.
- Flexibilidad. Permitir varias maneras de conseguir algo, adaptándolo al nivel de cada niño.
- Estilo. El diseño debe ser atractivo.
- Convivencia. El sistema debe ser educado y amable.

Existen diversas aplicaciones para niños basadas en tecnología tangible que se han ido desarrollando en campos como la ingeniería, la educación o el entretenimiento, algunas de ellas basadas en el uso de tabletops. Se describen algunos ejemplos a continuación.

B.3 Juguetes y juegos tangibles

B.3.1 Juguetes tangibles

- **Topobo.**

Es un sistema de montaje constructivo en 3D con memoria cinética incorporada y capacidad para memorizar y reproducir movimientos físicos. Topobo [11] permite construir a toda velocidad formas biomórficas dinámicas, como plantas, animales y esqueletos, mediante la fusión de una combinación de elementos pasivos (estáticos) y activos (monitorizados). El usuario puede animar dichas formas empujándolas, tirando



de ellas o girándolas, y observar cómo el sistema reproduce repetidamente dichos movimientos memorizados (ver imagen b.1).

Topobo funciona como una extensión del cuerpo, incorporando memoria y computacionalidad a la fluidez gestual humana.



Imagen b.1. Diferentes configuraciones del juguete Topobo [11].

- **I/O Brush.**

Consiste en un sistema que permite coger texturas del mundo real y pintar con ellas en el mundo digital [12]. Para ello se usa un pincel con una mini-cámara escondida en la parte del cepillo, así como sensores táctiles y leds para mejorar la iluminación cuando se “coja” una textura. El usuario pone el pincel encima de la superficie a capturar, los sensores táctiles activan la cámara, ésta toma una foto, y ya se puede pintar en una pantalla táctil especial (ver imagen b.2).



Imagen b.2. Pincel utilizado en el I/O Brush (izq.). Captura de una textura y aplicación sobre una pantalla (dcha.) [12]

- **Sketch-a-Move.**

En este juego [13] el elemento principal es un coche en miniatura que intenta desafiar las actividades creativas e intuitivas de los niños. Para que el coche funcione es necesario pintar sobre él líneas rectas o curvas, de forma que ese dibujo será la trayectoria que siga el juguete (ver imagen b.3). La idea permite al niño crear e imaginar nuevos caminos.



Imagen b.3. Funcionamiento del juguete sketch-a-Move [13].



Más relacionados con los juegos de casa de muñecas, se han desarrollado juguetes tangibles que tratan de fomentar la creatividad de los niños para que puedan crear sus propias historias.

- **POGO world.**

Este juego interactivo [14] propone un entorno físico enriquecido tecnológicamente donde los niños colaboran e interactúan entre ellos para contar sus propias historias, utilizando el lenguaje verbal y a través de la manipulación física de fotos y material audiovisual.

El entorno se compone de paredes físicas sobre las que se desarrolla la historia virtual y cuatro herramientas activas con diferentes funciones: cartas, antorcha, cubo y mesa con cámara (ver imagen b.4).



Imagen b.4. El mundo POGO y sus herramientas [14].

- **StoryMat.**

Los niños cuentan de forma natural multitud de historias con sus juguetes. En vez de dejar estas historias escapar, StoryMat [15], una alfombra sobre la que juegan los niños, las captura, así como el movimiento de los juguetes, de forma que los niños puedan escuchar y ver sus historias más adelante (ver imagen b.5).

De esta forma, al escuchar los cuentos de otros, así como los suyos propios, los niños reaccionan colaborando con los demás para crear nuevas historias.



Imagen b.5. Niño jugando con el StoryMat [15].



- **El compañero de historias Sam.**

Sam es un personaje virtual (ver imagen b.6) que ayuda al niño a construir historias mediante el intercambio de objetos físicos a través del mundo real y virtual, actuando como un compañero de juegos real [15]. Sam escucha lo que el niño dice y continúa su historia de manera coherente.



Imagen b.6. Niño virtual Sam en diferentes situaciones del juego [15].

B.3.2 Tabletops tangibles

Un tabletop (ver imagen b.7) es una mesa tangible que combina técnicas de interacción y tecnologías de superficies multitáctiles.



Imagen b.7. Tabletop (izq.), usuario interactuando con un tabletop (dcha.)

La interacción se lleva a cabo sobre una superficie horizontal tecnológicamente enriquecida que sirve como entrada de información a través de la manipulación de dispositivos físicos colocados sobre ella o mediante el tacto. La salida puede ser de dos tipos: la propia mesa mediante una imagen proyectada en la misma o los diferentes juguetes físicos utilizados en la interacción que pueden experimentar cambios de color, producir luces, sonidos...

Existen diversos proyectos centrados en los niños y el uso de tabletops para fomentar el juego y el aprendizaje.

- **TanTab.**

Consiste en un tabletop [16] y un conjunto de piezas geométricas con las que el niño desarrolla la imaginación y la visión espacial (ver imagen b.8). Consta de tres modos de juego para resolver problemas intuitivos y mejorar el conocimiento sobre geometría. En el modo físico, el niño debe colocar las piezas sobre las imágenes gráficas correspondientes, en el modo virtual, las imágenes gráficas pueden ser manipuladas manualmente para que



el niño cree sus propias figuras y en el modo “mágico”, las imágenes se pueden manipular utilizando diferentes controles (girar, trasladar horizontalmente o verticalmente,...).

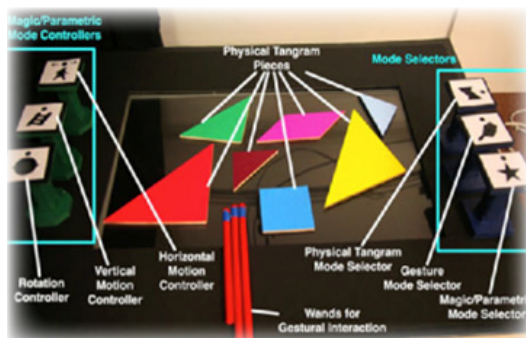


Imagen b.8. Elementos utilizados en el juego TanTab [16].

- **Noteput.**

Es un tabletop musical [17] con notas tangibles (ver imagen b.9), que combina los sentidos de la vista, del oído y del tacto para hacer que el aprendizaje de la notación musical para los niños sea más fácil y entretenido. Todas las notas básicas y sus valores existen como elementos de madera individuales que se van colocando sobre la mesa, además no sólo se distinguen por su forma sino también por el peso, las notas de mayor duración pesan más que las de menor duración. La mesa tiene dos modos: el modo estándar, donde el usuario sitúa las notas sobre la mesa para jugar y explora con la creación de melodías, y un modo ejercicio, con tutoriales ordenados por temas y dificultad para el aprendizaje.

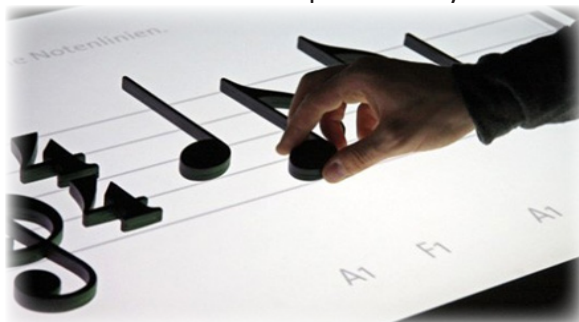


Imagen b.9. Colocación de las notas musicales en el tabletop Noteput [17].

B.2.3 Juegos NIKVision

Se muestran a continuación varios juegos que, fruto de diversas colaboraciones, se han ido desarrollando para el tabletop NIKVision [18].

- **Juego de la granja.**

El primer juego desarrollado para NIKVision fue un juego de granja en el que los animales son juguetes físicos que, al ser posicionados sobre la mesa, pasan a formar parte del entorno de una granja virtual. Un granjero virtual guía a los niños en las diferentes actividades a llevar a cabo: recolectar fresas, poner huevos, dar leche, cortar el pelo a las ovejas, etc. (ver imagen b.10). En este juego se hace uso de la doble salida visual, una característica distintiva de NIKVision (ver imagen b.11): la superficie de la mesa muestra



elementos gráficos que ayudan a los niños a localizar los elementos con los que pueden interactuar usando los juguetes, mientras, en el monitor, se muestra un entorno 3D del juego con animaciones, sonidos y gráficos amigables y de estética infantil.



Imagen b.10. Actividades del juego de la granja.



Imagen b.11. Juego de la granja con doble salida visual: mesa-monitor (izqda.) y mesa-pizarra digital (dcha.)

- **Juegos matemáticos.**

En el juego de calcular los niños usan pequeñas piezas de plástico para completar operaciones simples propuestas por el computador (ver imagen b.12, izqda.). En el juego de series los niños, a partir de unos elementos gráficos que marcan el comienzo de la serie, deben ir poniendo juguetes para completarla (ver imagen b.12, dcha.).



Imagen b.12. Juego de calcular (izqda.) Juego de series (dcha.)

- **Juegos de música.**

En el secuenciador musical los niños crean y escuchan sus propias partituras de batería distribuyendo fichas de colores sobre la mesa. Cada fila coloreada representa un componente diferente de la batería; el ritmo se reproduce de izquierda a derecha. Los niños pueden modificar la velocidad de reproducción de la música, con un juguete tipo fader, y memorizar ritmos con un accesorio memorizador (ver imagen b.13).





Imagen b.13. Secuenciador musical (izqda.); fader para controlar la velocidad de reproducción (dcha. superior) y almacenador de melodías (dcha. inferior).

- **Juegos colaborativos.**

En el juego de los asteroides dos niños han de colaborar para destruir todos los asteroides virtuales que van apareciendo por la superficie activa de la mesa haciendo uso de unos juguetes físicos, en este caso, unas naves espaciales. Dichas naves poseen un botón que al ser apretado lanza misiles que, al impactar en los asteroides, causan la explosión de los mismos (ver imagen b.14).



Imagen b.14. Juego de asteroides.

En el juego de Piratas los jugadores han de colaborar para hacer navegar a su barco y hundir otros barcos enemigos. Para ello poseen una serie de juguetes específicos: ventiladores para impulsar el propio barco, brújula para saber dónde están los enemigos y fichas que sirven para apuntar los cañones (ver imagen b.15).

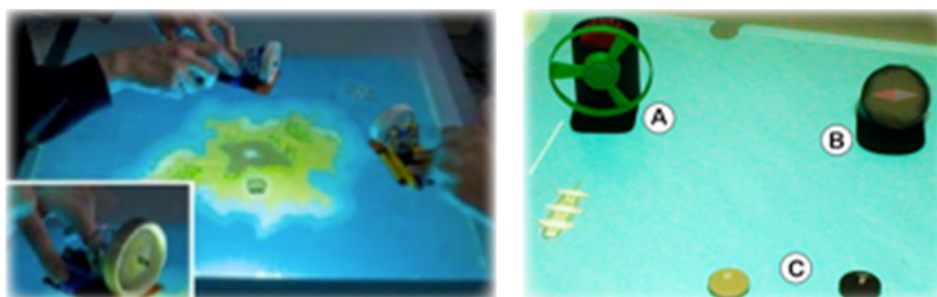


Imagen b.15. Juego de piratas (izqda.) con sus juguetes (dcha.): ventilador (A), brújula (B) y fichas para apuntar objetivos (C).

Por último, en el Bogaboo, los niños usan materiales de formas variables, como plastilina o cartulinas para que unas pulgas virtuales puedan escalar y saltar para alcanzar las frutas (ver imagen b.16).



Imagen b.16. Juego Bogaboo.

- **Juegos de dibujo.**

Pintar es una de las actividades preferidas de los niños. NIKVision permite dibujar directamente sobre la mesa, usando pinceles tradicionales (ver imagen b.17), o en papel. En este caso al niño se le dan unas hojas corrientes pero con un fiducial en el extremo. Una vez hecho el dibujo el niño pone el papel sobre la mesa, el sistema lo escanea y el dibujo se incorpora a la escena de la superficie de la mesa (ver imagen b.18).

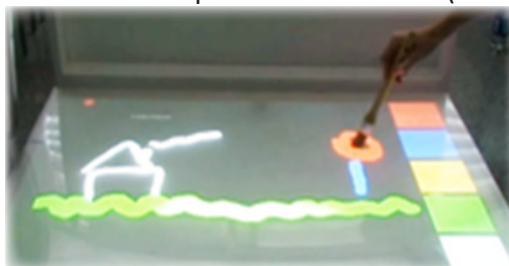


Imagen b.17. Pintando con pinceles sobre la mesa.



Imagen b.18. Incorporando dibujos a la escena virtual.

Los juegos de NikVision han sido presentados con éxito en varias jornadas divulgativas con niños como la Noche de los Investigadores, la Semana de la Ingeniería o CosmoCaixa (ver imagen b.19) y están siendo usados de forma continua por niños del colegio de Educación Especial Alborada de Zaragoza, donde cuentan con una mesa NIKVision.



Imagen b.19. Izqda: NikVision en la Noche de los Investigadores -Museo Pablo Serrano de Zaragoza-. Centro: Semana de la Ingeniería –Universidad de Zaragoza-. Dcha: Exposición “Los Juguetes del Futuro” en Cosmocaixa Barcelona.



ANEXO C

Modelado, texturizado y animaciones





En este anexo se muestra de forma detallada el modelado y texturizado de todos los elementos que componen el escenario 3D del juego, así como el proceso de animación de las animaciones 3D y 2D.

C.1. Modelado

ESCENARIO

El modelado de la casa de muñecas comienza con cuatro cajas que se colocan formando una habitación sin pared frontal ni techo (ver imagen c.1). Se modelan tres habitaciones más de la misma forma, añadiendo un techo a dos de ellas. Finalmente se sitúan dos arriba y dos abajo, tal como se aprecia en la imagen c.2.

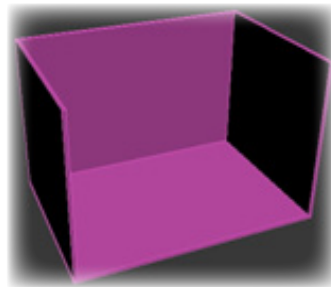


Imagen c.1. Habitación modelada con cuatro cajas.

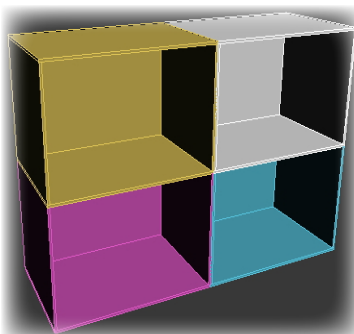


Imagen c.2. Cuatro habitaciones dispuestas en forma de casa de muñecas.

La parte principal de la casa ya está modelada. Para darle un aspecto más real, se añade un tejado. Para ello, mediante el comando *Autogrid*, que permite crear objetos tomando como base cualquier cara existente, se crea una nueva caja en la parte superior de la estructura ya modelada. Los parámetros de la caja permiten darle el tamaño deseado, haciendo que sobresalga ligeramente (ver imagen c.3).

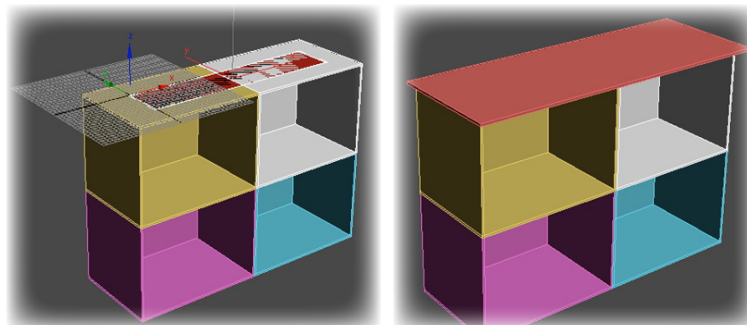


Imagen c.3. Uso del comando *Autogrid* para crear una nueva caja y aplicación de las medidas deseadas.

Para poder editar el objeto es necesario convertirlo a un *Editable Poly*. A continuación, se seleccionan dos aristas de la caja para unir las mediante un nuevo segmento a través de la herramienta *Connect*, dentro de las opciones de *Edge* (ver imagen c.4).

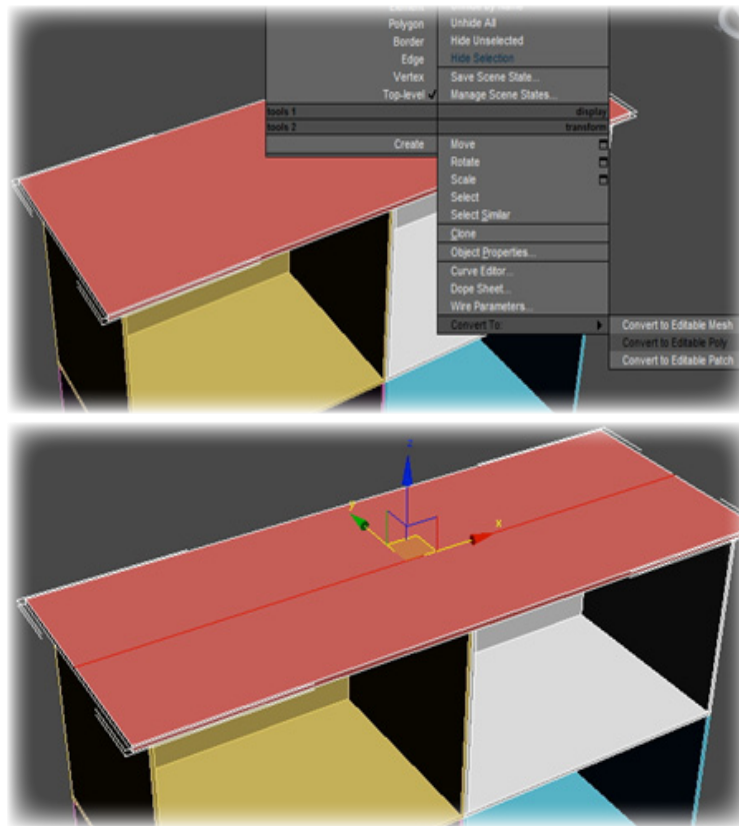


Imagen c.4. Arriba: convertir la caja en *Editable Poly*. Abajo: creación de un nuevo segmento con la herramienta *Connect*.

La nueva arista se desplaza hacia arriba, dando forma triangular al tejado (ver imagen c.5).

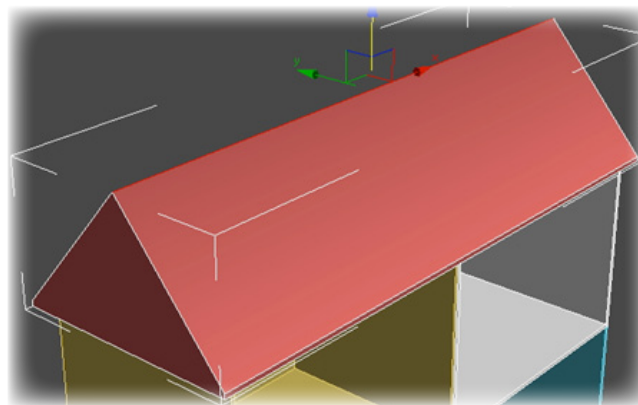


Imagen c.5. Desplazamiento de la arista.

En la parte inferior del tejado, se unen algunos vértices sobrantes, pudiendo así reducir el número de caras. Se aplica la herramienta *Target Weld*, con la que se unen vértices moviendo unos sobre otros (ver imagen c.6).



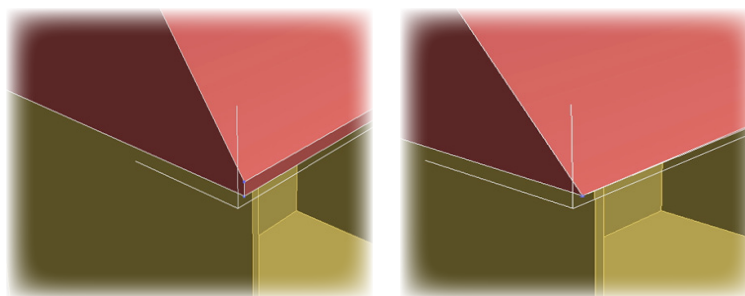


Imagen c.6. Unión de vértices con el comando *Target Weld*.

En los laterales del tejado, se crea una nueva cara con el comando *Inset* y se desplaza hasta la parte inferior (ver imagen c.7).

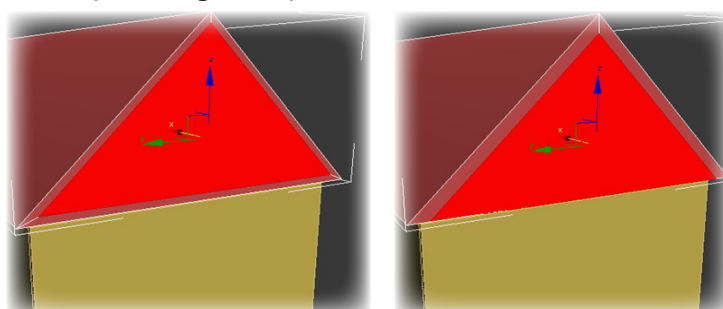


Imagen c.7. Nueva cara creada con la herramienta *Inset* y desplazamiento.

La nueva cara se extruye hacia adentro hasta que quede a la altura de la pared de la casa y se eliminan los polígonos y aristas sobrantes (ver imagen c.8).

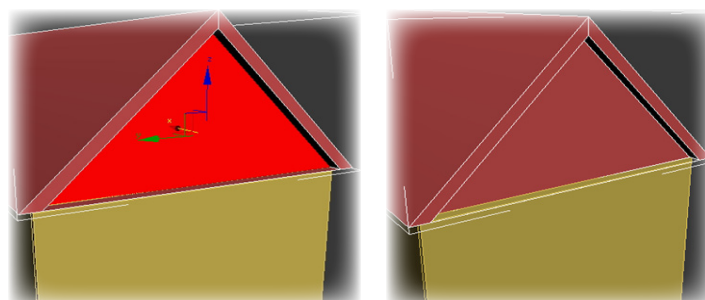


Imagen c.8. Extrusión de la cara y eliminación de caras y aristas sobrantes.

Por último, se añaden dos pequeñas ventanas en el tejado. Para ello se modela una caja y se le da forma de manera similar al modelado del tejado (ver imagen c.9). Se duplica y se colocan ambas ventanas sobre el tejado.

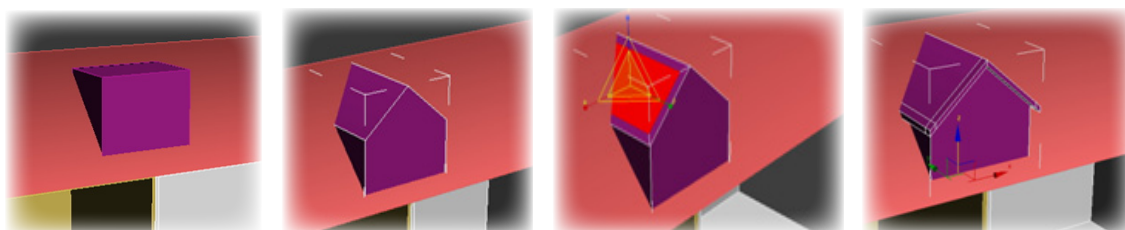


Imagen c.9. Modelado de la ventana del tejado.

Tras situar las ventanas, el siguiente paso es unir las al tejado. Para ello se duplican los



objetos y se aplica una operación booleana para crear los huecos en el tejado y otra para cortar las ventanas por la zona deseada (ver imagen c.10).

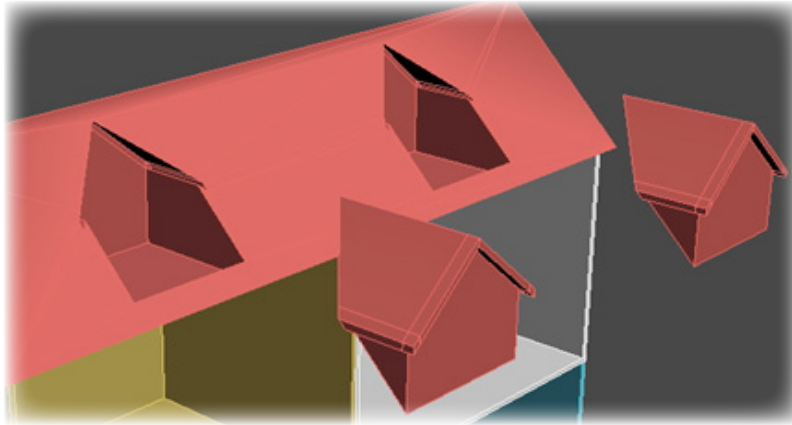


Imagen c.10. Operaciones booleanas en el tejado y en las ventanas.

Las caras creadas al realizar la operación booleana se eliminan (ver imagen c.11).

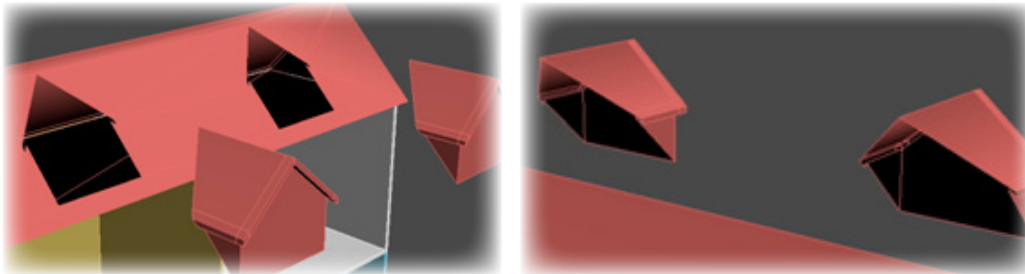


Imagen c.11. Eliminación de caras sobrantes en tejado y ventanas.

Las ventanas se colocan junto a los huecos del tejado y, tras unir todos los elementos en un único objeto con el comando *Attach*, se unen los vértices con la herramienta *Target weld* (ver imagen c.12).

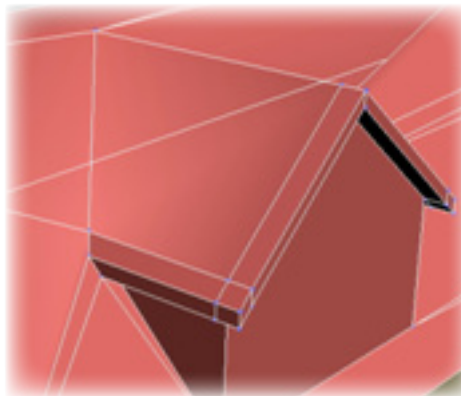


Imagen c.12. Unión de las ventanas con el tejado.

Por último, es necesario comprobar que todas las caras tienen cuatro o menos vértices. En caso contrario, se unen vértices con el comando *Connect* o se crean nuevos vértices con la herramienta *Insert vertex*. La casa de muñecas ya está modelada (ver imagen c.13).



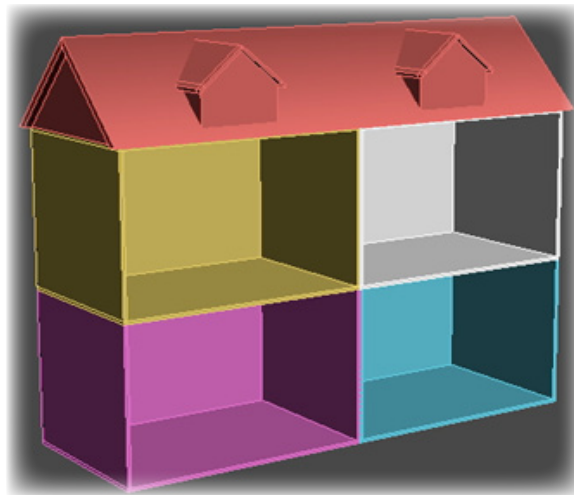


Imagen c.13. Casa modelada.

Tras modelar la casa, se añade una cámara frontal para establecer la vista final del escenario (ver imagen c.14). Finalmente, se decide girar ligeramente la cámara, creando una perspectiva más dinámica y permitiendo la visualización de un mayor número de caras y, por tanto, de más detalles de la casa (ver imagen c.15).



Imagen c.14. Vista de la casa con cámara frontal.



Imagen c.15. Vista de la casa con cámara ligeramente girada hacia la izquierda.

Una vez elegida la situación de la cámara, se crea un plano horizontal bajo la casa y otro vertical tras ella, dando forma al suelo y al fondo del escenario (ver imagen c.16).



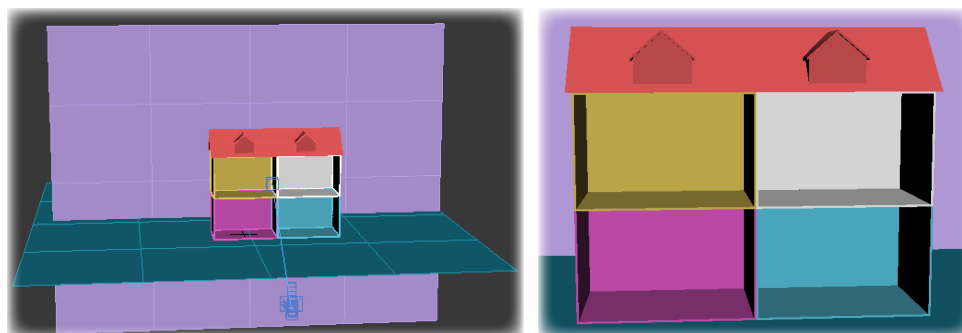


Imagen c.16. Planos formando el suelo y el fondo del escenario.

OBJETOS

Se describe más detalladamente el modelado de uno de los objetos, el armario. Todos ellos siguen un proceso similar.

En primer lugar, se modelaron los muebles del dormitorio.

- **Armario.**

Para el modelado del armario se ha partido de una caja con un único polígono por lado, con el fin de obtener el mínimo número de caras posible. Como ya se ha explicado, para poder modificar los vértices, aristas y caras del objeto, se ha convertido la caja en un *Editable Poly* (ver imagen c.17).

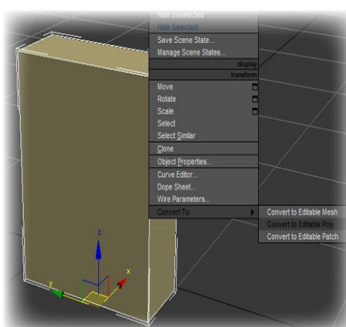


Imagen c.17. Convertir la caja en un *Editable Poly*.

Para que el armario tenga un aspecto más infantil se ha reducido el tamaño de la base. Para ello, en la selección *Polygon*, en las propiedades del modificador *EditPoly*, se ha seleccionado la cara inferior y con la opción *Uniform Scale* aplicada en el eje *y*, se reduce el tamaño sólo en la dirección *y* (ver imagen c.18).



Imagen c.18. Aspecto más infantil escalando la base.



Se ha creado un saliente en la parte superior y otro en la base. Para ello, se han seleccionado ambos polígonos y se ha aplicado la opción *Extrude*. A continuación, seleccionando los nuevos polígonos superior e inferior, se han escalado uniformemente (ver imagen c.19).

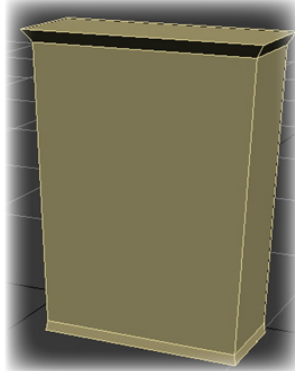


Imagen c.19. Salientes creados en la parte superior e inferior.

Para que la parte trasera del armario sea plana, se han seleccionado los vértices correspondientes y se ha aplicado *Make planar* en el eje adecuado, en este caso en el eje x (ver imagen c.20).

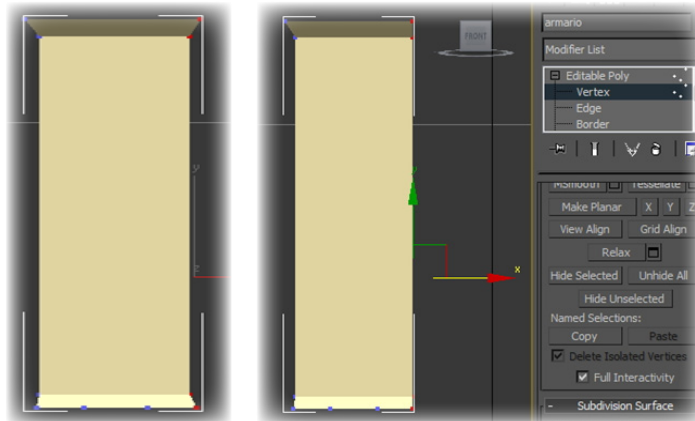


Imagen c.20. Alineación de vértices en la parte trasera.

Para hacer las patas, primero se han creado las aristas necesarias mediante la opción *Connect* dentro del menú de opciones de *Edge*. Se han añadido dos segmentos y se les ha aplicado una distancia entre ellos adecuada mediante la opción *Pinch* (ver imagen c.21). A continuación se ha aplicado la opción *Bevel* en dos ocasiones en cada uno de los cuatro polígonos de las esquinas, obteniendo así la forma deseada para las patas (ver imagen c.22).

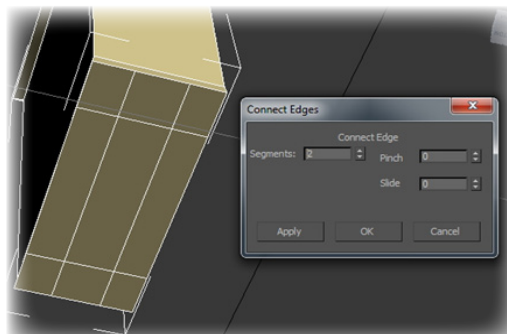


Imagen c.21. División de la base en segmentos.

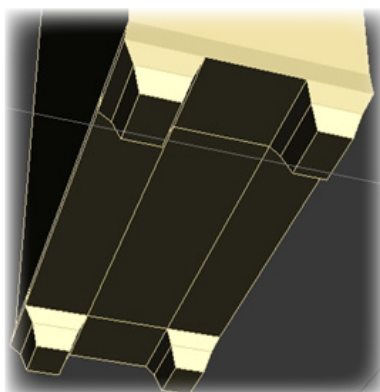


Imagen c.22. Forma final de las patas mediante la opción *Bevel*.

El modelado del cajón y las puertas se ha realizado mediante la aplicación de las operaciones ya vistas como *Extrude*, *Bevel* y *Connect*, y la opción *Inset* para reducir el tamaño de los polígonos (ver imagen c.23).

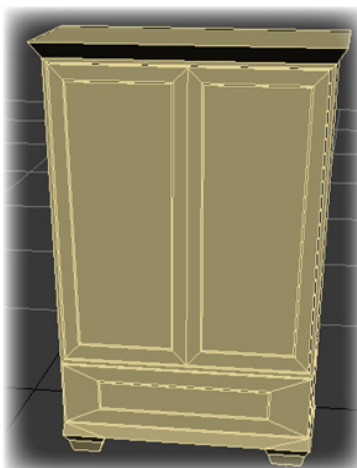


Imagen c.23. Modelado de puertas y cajón.

Para crear los pomos se ha partido de una esfera con 12 segmentos. Tras convertirla a un *EditPoly*, se ha eliminado media esfera seleccionando varios polígonos (ver imagen c.24). En total se han colocado tres pomos, uno en cada puerta y otro más pequeño en el cajón.

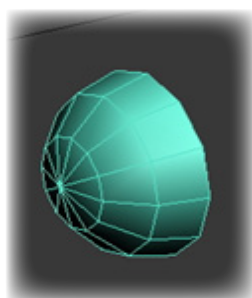


Imagen c.24. Modelado del pomo.

Tras terminar el modelado, es importante comprobar que todos los polígonos tienen 4 o menos vértices (ver imagen c.25).



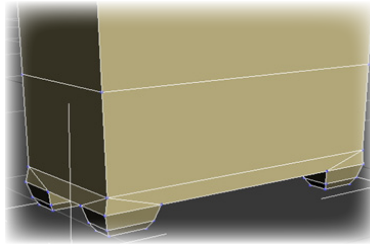


Imagen c.25. Caras de cuatro vértices o menos.

El armario ya está completo (ver imagen c.26).



Imagen c.26. Armario modelado.

- **Cómoda.**

Para el modelado de la cómoda (ver imagen c.27), se parte de una caja, se añaden dos salientes arriba y abajo y varios cajones en la parte delantera.

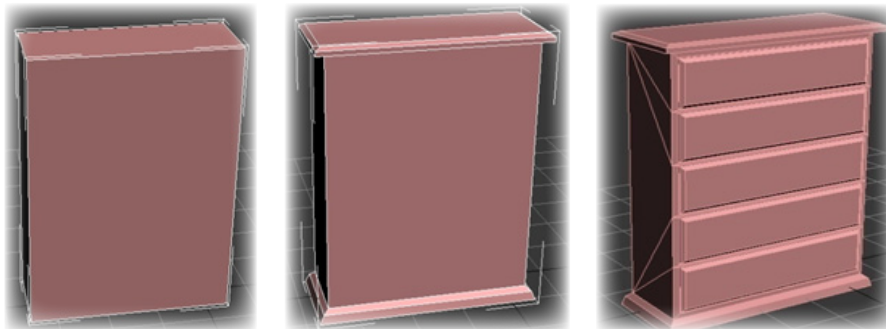


Imagen c.27. Proceso de modelado de la cómoda.

En este caso, los pomos son planos y se realizan partiendo de un cilindro de 12 caras y un único polígono en altura, consiguiendo así un bajo número de polígonos. Dado que la cara trasera del pomo no se verá, se puede eliminar (ver imagen c.28). Se colocan dos pomos en cada cajón.



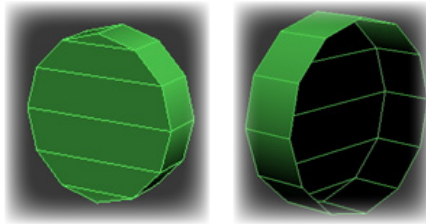


Imagen c.28. Pomo modelado con la cara trasera eliminada.

Tras colocar todos los pomos, la cómoda ya está completa (ver imagen c.29).

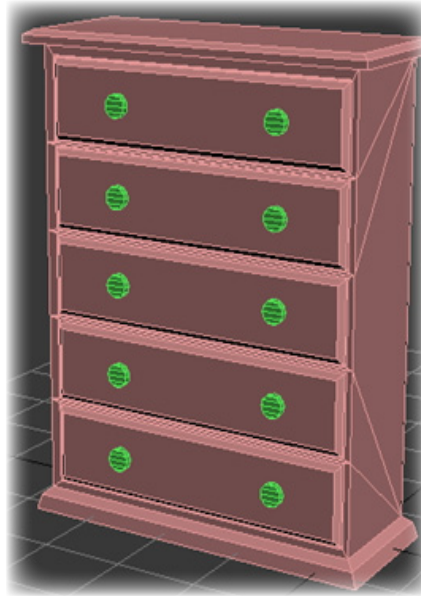


Imagen c.29. Cómoda modelada.

- **Mesa infantil.**

El modelado de la mesa infantil comienza con un cilindro al que se le va dando forma mediante escalados y extrusiones. A continuación se añaden cuatro cilindros de mayor altura para crear las patas y se escalan sus bases para que tengan una forma ligeramente cónica (ver imagen c.30).

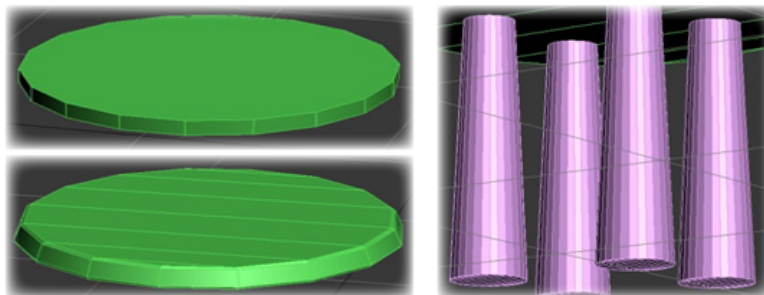


Imagen c.30. Modelado de la mesita infantil.

El modelado ya está completo (ver imagen c.31).



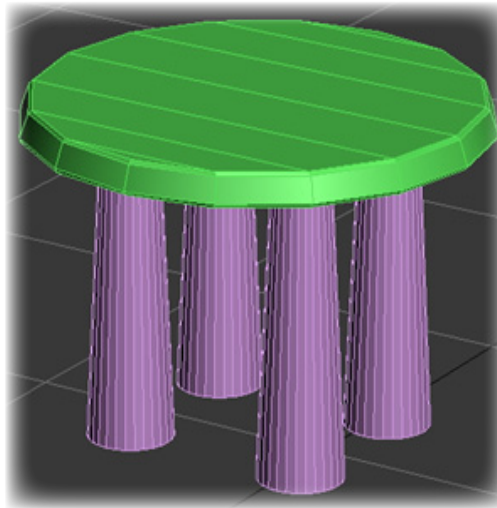


Imagen c.31. Mesita infantil modelada.

- **Silla infantil.**

El modelado de la silla infantil no se inicia con una primitiva sino con un *Spline* o forma geométrica simple que, más tarde, se convertirá en un polígono mediante la opción *Editable Poly*. De esta forma se consigue obtener un rectángulo con los bordes redondeados (ver imagen c.32).

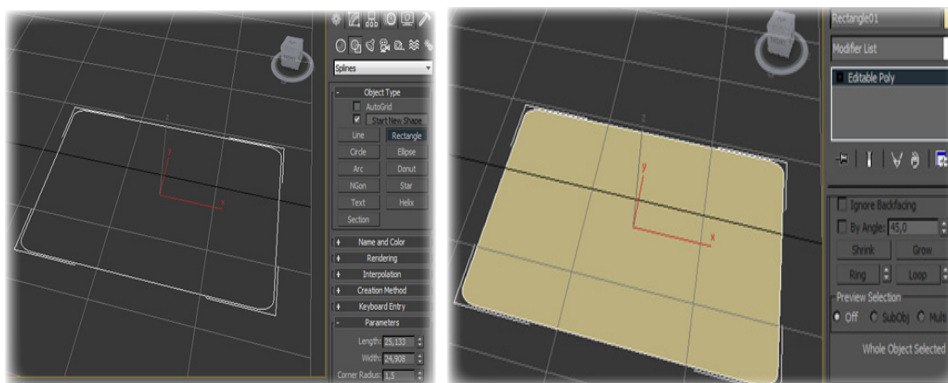


Imagen c.32. Rectángulo con bordes redondeados obtenido de un *Spline*.

Este polígono se extruye y se escala uno de los lados para obtener la forma del asiento (ver imagen c.33).

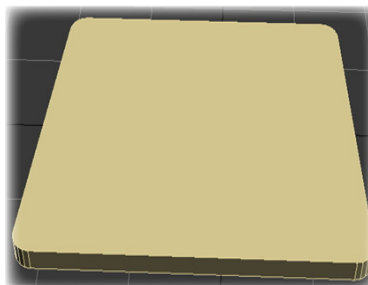


Imagen c.33. Asiento modelado.

Se añaden cuatro patas partiendo de un cilindro, los polígonos de la base se escalan para aumentar su tamaño y se desplazan ligeramente (ver imagen c.34).



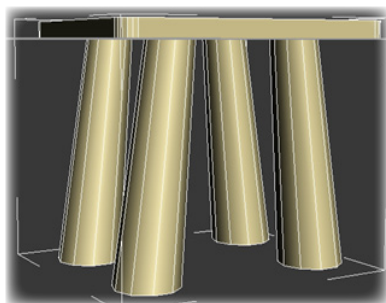


Imagen c.34. Patas añadidas a partir de cilindros.

En el modelado del respaldo, en primer lugar se colocan tres cajas y se escala el polígono superior para disminuir su tamaño. A continuación, se repite el proceso seguido para modelar el asiento (ver imagen c.35).

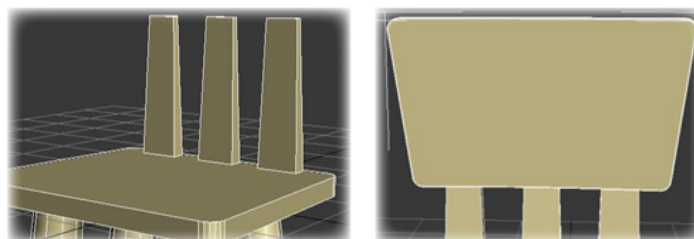


Imagen c.35. Respaldo modelado.

Para poder curvar el respaldo, éste debe estar lo suficientemente segmentado para poder aplicar la deformación correctamente. Para ello, se seleccionan las aristas adecuadas y se aplica la herramienta *Connect*, añadiendo seis aristas más (ver imagen c.36).



Imagen c.36. Seis aristas añadidas en el respaldo con la herramienta *Connect*.

Se aplica el modificador *Bend* con un ángulo de -14° en el eje x (ver imagen c.37).

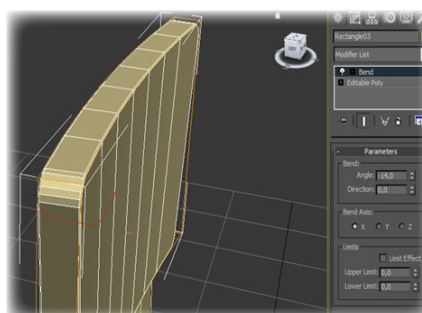


Imagen c.37. Modificador *Bend* aplicado sobre el respaldo.

La silla infantil ya está modelada (ver imagen c.38).



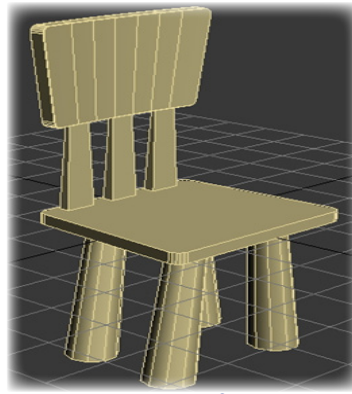


Imagen c.38. Silla infantil modelada

- Mesilla de noche.

El proceso de modelado comienza con una caja. La cara delantera se escala para disminuir su tamaño y, mediante el comando *Inset*, se crea otra cara interior a ésta (ver imagen c.39).

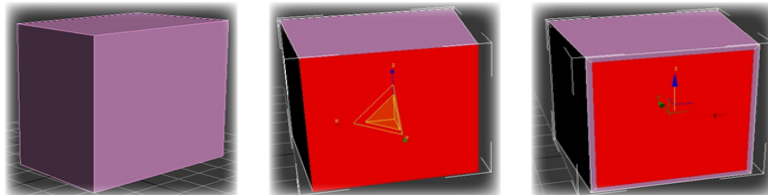


Imagen c.39. Escalado de la cara del cubo y aplicación de la operación *Inset*.

En este nuevo polígono, se crea una arista con el comando *connect*. Se extruyen hacia dentro varios polígonos y, con la herramienta *Make planar en z*, se alinean algunos vértices (ver imagen c.40).

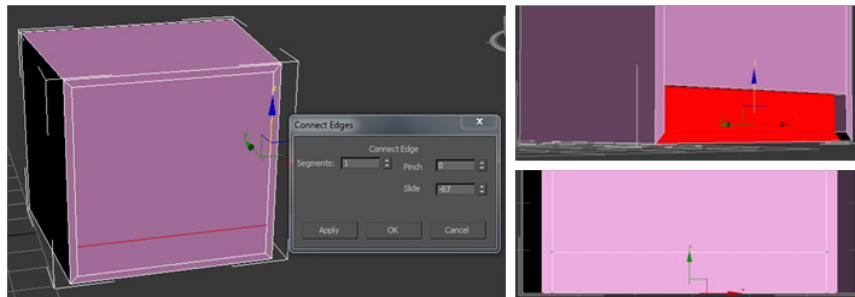


Imagen c.40. Aplicación de las herramientas *Connect*, *Extrude* y *Make planar*.

Tras realizar estos pasos surge un problema, ya que aparecen varios polígonos superpuestos en la zona inferior (ver imagen c.41).

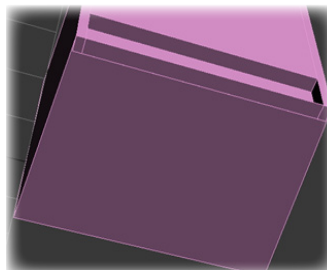


Imagen c.41. Caras superpuestas.



Para solucionarlo, primero se eliminan todas las caras que causan el problema, se selecciona el borde resultante con la opción *Border* del *Editable Poly* y se aplica la herramienta *Cap*, que creará una nueva cara (ver imagen c.42).

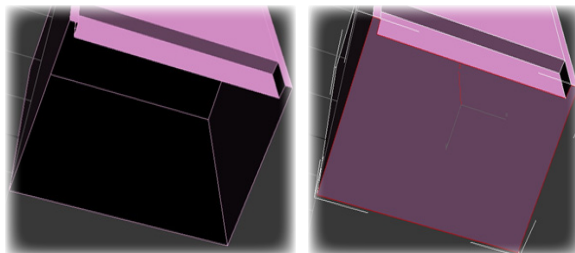


Imagen c.42. Eliminación de caras y creación de una nueva con el comando *Cap*.

Se añade un borde en la parte superior de la caja y un par de cajones. En cada cajón se coloca un pomo semiesférico (ver imagen c.43).



Imagen c.43. Modelado de un borde y dos cajones con sus pomos.

Tras terminar la mesilla, el siguiente paso es modelar una lámpara, con el fin de crear un objeto más realista. Se parte de un cilindro que formará la base. Tras aplicar un *Inset*, se extruye el polígono resultante obteniendo un cilindro vertical. Dicho cilindro se vuelve a extruir creando otro de pequeño tamaño y se seleccionan caras alternativas para extruirlas y crear unas varillas horizontales (ver imagen c.44).

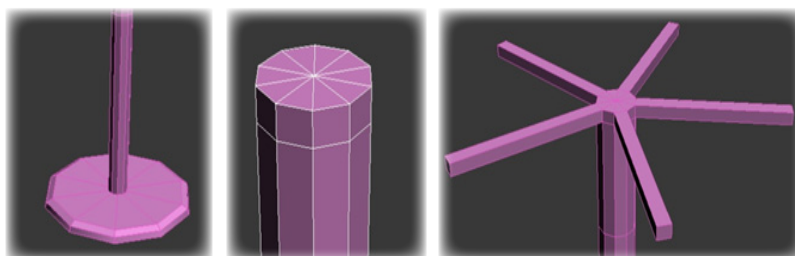


Imagen c.44. Modelado del pie de la lámpara.

Para modelar la tulipa, se parte de un cilindro y se le da una forma cónica mediante un escalado. Se aplica el comando *Inset* con el mismo tamaño en ambas caras superior e inferior y, seleccionando los polígonos resultantes, se aplica la herramienta *Bridge*, que creará un hueco interior. Las caras interiores se pueden eliminar (ver imagen c.45).

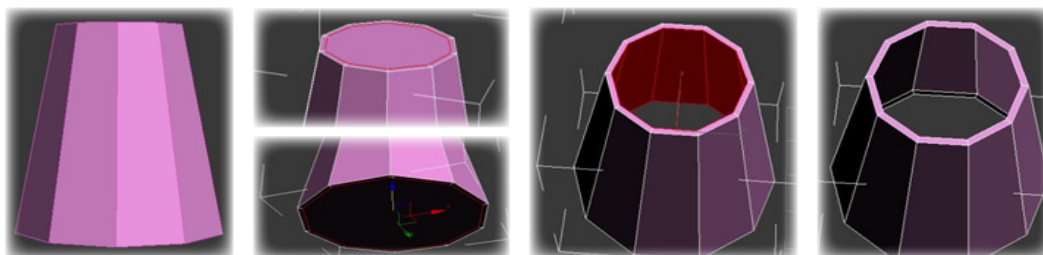


Imagen c.45. Proceso de modelado de la tulipa.



Posicionando cada elemento en su lugar, ya está completamente modelada la mesilla de noche (ver imagen c.46).

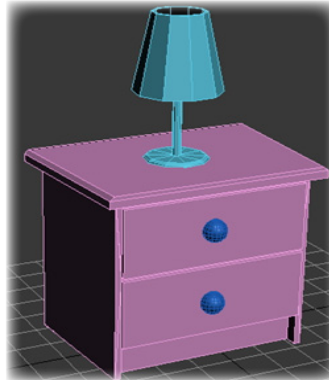


Imagen c.46. Mesilla de noche modelada.

- **Cama.**

En primer lugar se modelan el pie y la cabecera de la cama. Para ello, se parte de una caja que se extruye y escala en x hasta obtener las formas deseadas en cada caso (ver imagen c.47).



Imagen c.47. Modelado del pie de la cama (centro) y de la cabecera (dcha.)

Los dos elementos modelados se colocan a la distancia adecuada y se extruye uno de los polígonos de la cabecera hasta el pie de la cama, dejando un pequeño margen (ver imagen c.48).

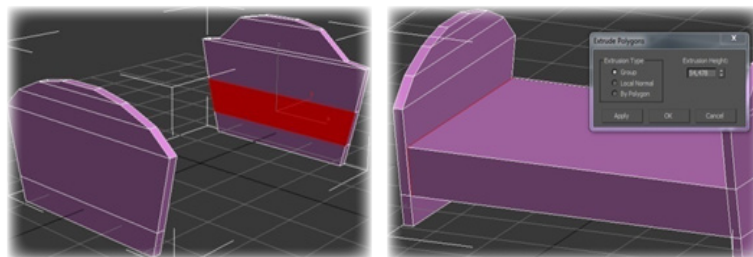


Imagen c.48. Extrusión de un polígono para dar forma a la cama.

El siguiente paso es unificar el polígono extruido con el pie de la cama. Se eliminan los polígonos que se van a unir y se añade un vértice nuevo con el comando *Insert vertex* en cada segmento del pie, de forma que los elementos a unir tengan el mismo número de vértices (ver imagen c.49).



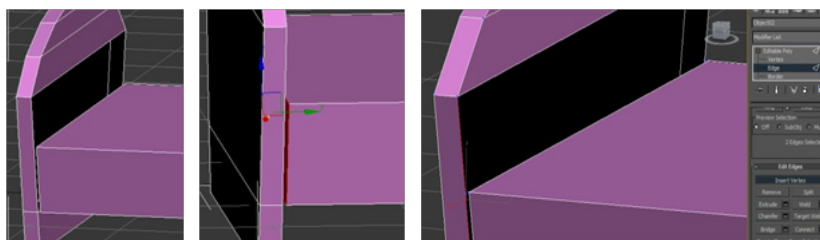


Imagen c.49. Polígonos eliminados e inserción de nuevos vértices.

Para alinear los vértices creados con los que se van a unir, se seleccionan todos ellos y se aplica el comando *Make planar en z* (ver imagen c.50). A continuación, se unen uno por uno seleccionando la opción *Target weld* (ver imagen c.51).



Imagen c.50. Vértices alineados con el comando *Make planar en z*.

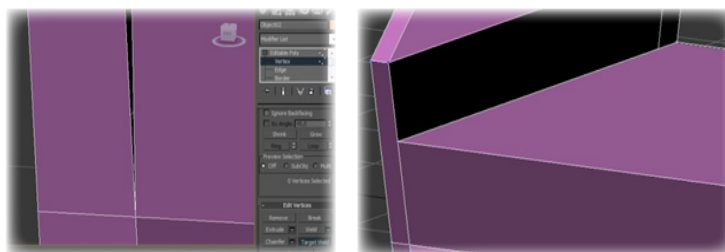


Imagen c.51. Los cuatro vértices unificados.

Una zona del pie de la cama queda abierta, para taparla se selecciona el borde y se aplica el comando *Cap*. La estructura de la cama ya está terminada (ver imagen c.52).

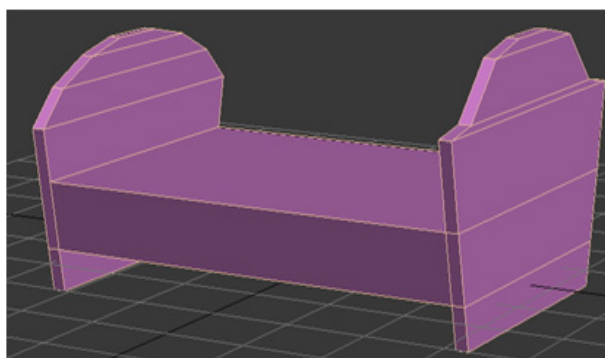


Imagen c.52. Estructura de la cama modelada.

Se añaden algunos detalles como las sábanas y la almohada. Para modelar las sábanas, se corta la caja horizontal dos veces mediante el comando *Swift Loop* y se extruyen los polígonos resultantes (ver imagen c.53). La almohada se realiza partiendo de una cápsula en la opción *Extended primitives*. Tras convertirla a *Editable Poly* y cortarla tres veces con la herramienta *Swift Loop*, se mueven sus vértices hasta obtener la forma final deseada (ver imagen c.54).



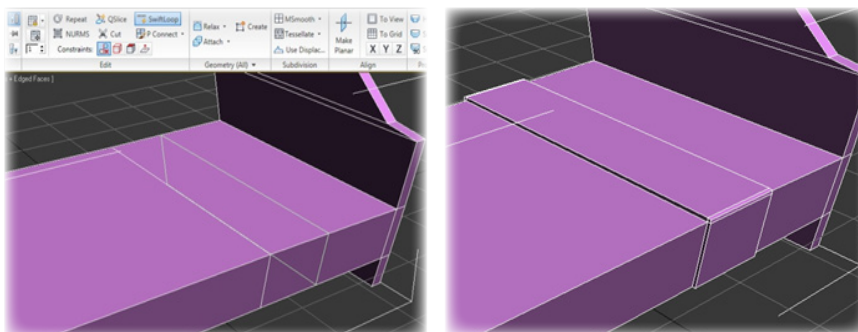


Imagen c.53. Detalle de la sábana.

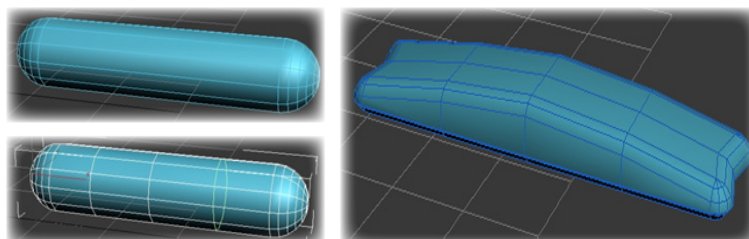


Imagen c.54. Modelado de la almohada.

Tras colocar la almohada en su lugar, ya está modelada completamente la cama (ver imagen c.55).

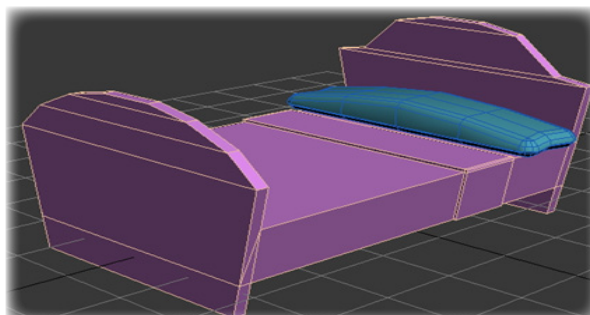


Imagen c.55. Cama modelada.

- **Tren de juguete.**

El modelado del tren de juguete se inicia con dos cajas que formarán la cabina y el vagón, mediante varias extrusiones y escalados (ver imagen c.56). El vagón se copia para obtener otro igual y se unen los tres elementos aplicando la opción *Bridge* en varios polígonos (ver imagen c.57).

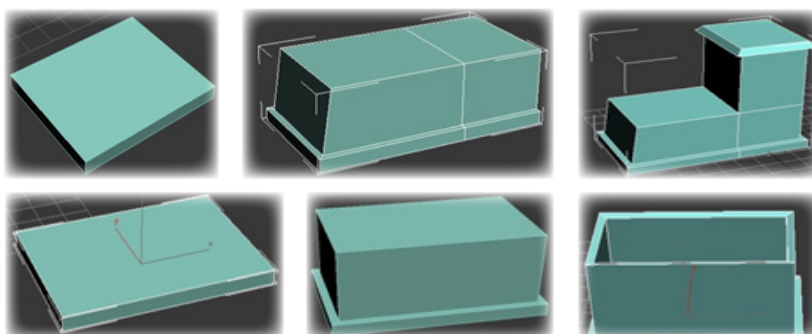


Imagen c.56. Modelado de la cabina y el vagón.

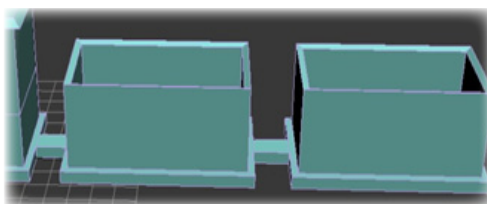


Imagen c.57. Unión de cabina y vagones.

A partir de una esfera y un cilindro, se modelan una luz y una chimenea respectivamente (ver imagen c.58).

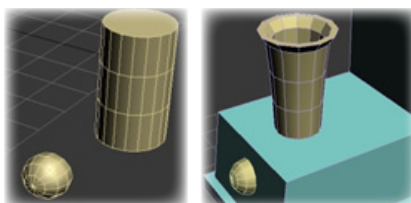


Imagen c.58. Chimenea y luz modelados.

Las ruedas se modelan partiendo de un cilindro de 12 lados. Se colocan cuatro en la cabina, dos por lado, y dos en cada vagón, una por lado (ver imagen c.59).

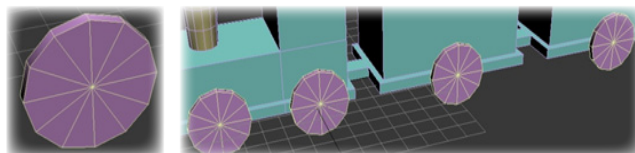


Imagen c.59. Ruedas modeladas.

Ya está modelado el tren de juguete (ver imagen c.60).

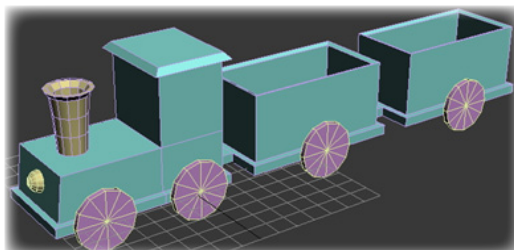


Imagen c.60. Tren de juguete modelado.

Se continúa con los muebles del salón.

- **Mesa de comedor.**

El modelado se inicia con una caja. Se le da forma mediante escalados y extrusiones, y se añaden cuatro patas (ver imagen c.61).

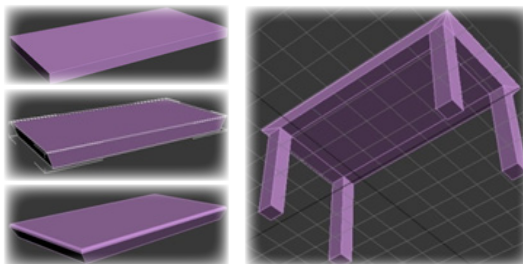


Imagen c.61. Modelado de la mesa.



Para modelar un recipiente donde se colocarán unas frutas, se dibuja una elipse dentro de la opción *Spline*. El polígono se extruye y escala. Se hace un hueco interior aplicando la herramienta *Inset* y *Bevel* hacia el interior (ver imagen c.62).

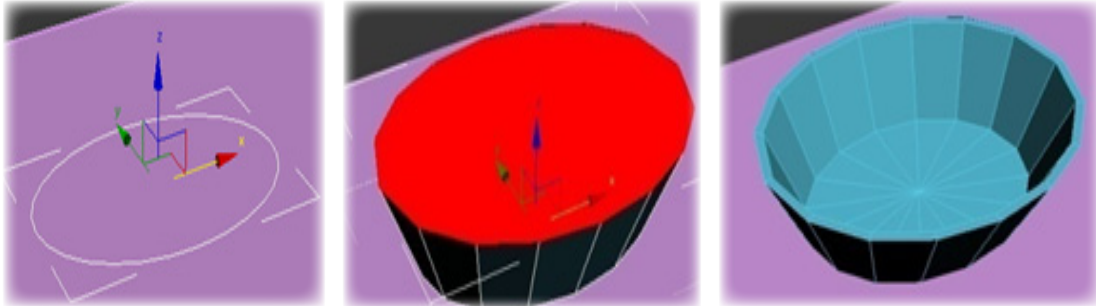


Imagen c.62. Modelado del recipiente.

Por último, se modela una manzana que se copiará posteriormente varias veces para rellenar el recipiente. Se parte de una esfera, se selecciona el vértice superior y se desplaza. Finalmente, se aplica la opción *Inset* en las caras superiores y el polígono resultante se extruye y escala, obteniendo así el rabo de la manzana (ver imagen c.63).

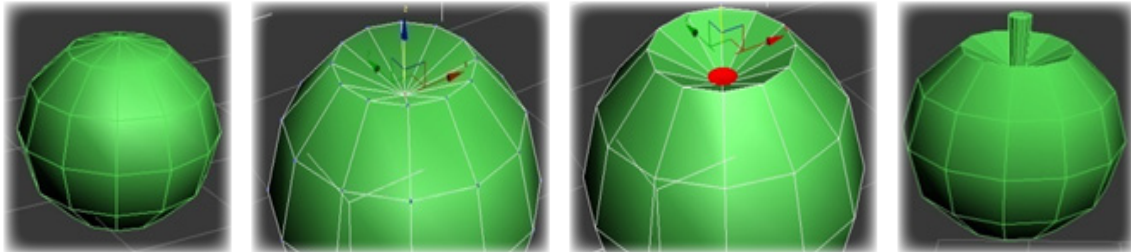


Imagen c.63. Modelado de la manzana.

Tras copiar la manzana tres veces y girar cada una de ellas colocándolas dentro del recipiente, ya está terminada la mesa de comedor (ver imagen c.64).

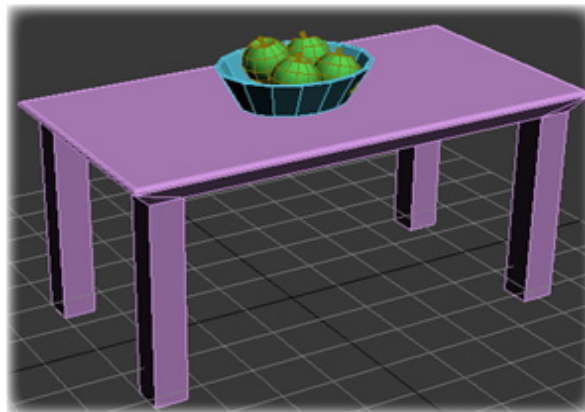


Imagen c.64. Mesa de comedor modelada.

- **Silla de comedor.**

El modelado de la silla de comedor se inicia con un rectángulo con bordes redondeados, que formará el asiento. El proceso a seguir es el mismo que el visto en el modelo de la silla infantil (ver imagen c.65).



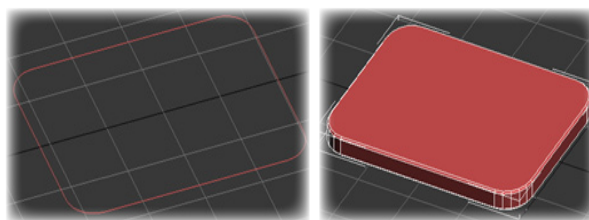


Imagen c.65. Modelado del asiento.

Para modelar las patas delanteras se parte de una caja con varios segmentos en altura que servirán para poder doblarla posteriormente. Se dobla con el modificador *Bend* y se copia para obtener la otra pata (ver imagen c.66).

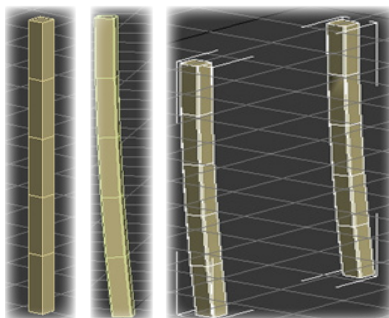


Imagen c.66. Modelado de las patas delanteras.

En la zona interior de cada pata se hace una división de polígonos con la herramienta *Connect*. Los polígonos resultantes se unen entre sí con la opción *Bridge* (ver imagen c.67).

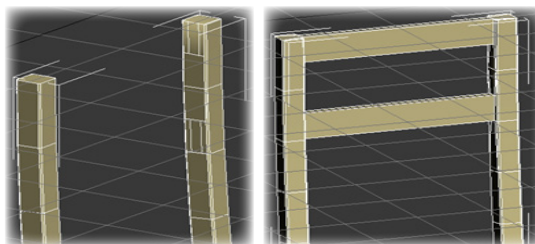


Imagen c.67. Unión de las patas delanteras.

La pata trasera se realiza de manera similar, pero la caja inicial es de mayor longitud. En los polígonos superiores se añaden varios segmentos con la herramienta *Connect* y se mueven los puntos para dar una forma redondeada a la pata. Con el transformador *Bend* se dobla la pata dos veces. Finalmente se copia para crear la otra para trasera (ver imagen c.68).

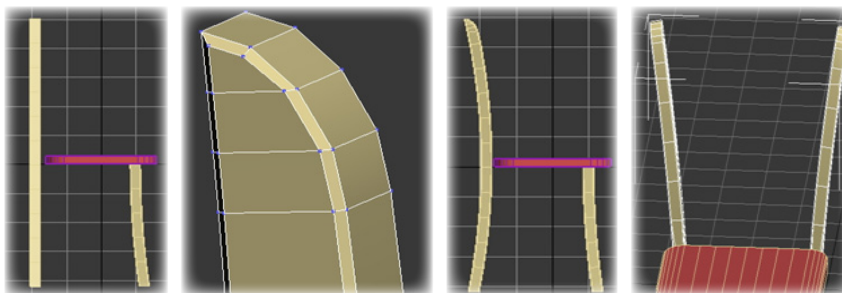


Imagen c.68. Modelado de la patas traseras.



Al igual que en las patas delanteras, se añaden varios segmentos con la herramienta *Connect* y se unen los polígonos con la opción *Bridge*. En este caso, las opciones del *Bridge* se modifican, aumentando el número de segmentos y dando un valor negativo a la opción *taper*, dándole así un aspecto más elegante a la silla (ver imagen c.69).

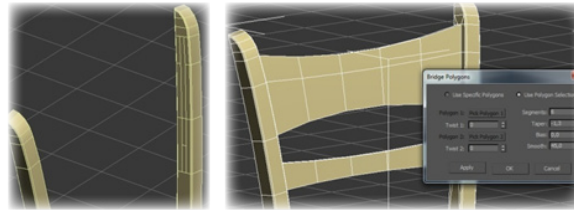


Imagen c.69. Unión de las patas traseras.

De igual manera, se unen todas las patas entre sí (ver imagen c.70).

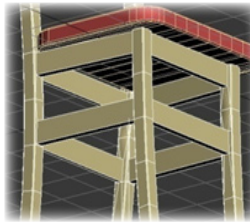


Imagen c.70. Unión de todas las patas.

Finalmente se curva ligeramente el asiento. Para ello, es necesario aumentar el número de divisiones mediante el comando *Connect* y aplicar el transformador *Bend* en el eje x (ver imagen c.71).

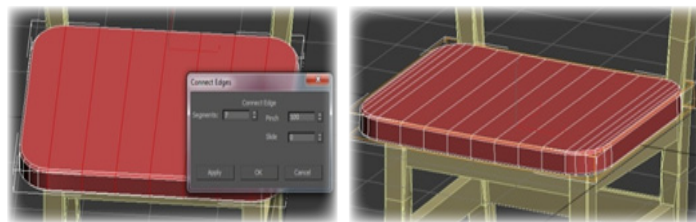


Imagen c.71. Curvado del asiento con el modificador *Bend*.

El modelado de la silla de comedor ya está completado (ver imagen c.72).



Imagen c.72. Silla de comedor modelada.

- **Mesa central.**

El modelado de la mesa central se inicia con una caja, se añaden varios segmentos con la opción *Connect* y se extruyen los nuevos polígonos. Con la herramienta *Bridge* se crea la superficie superior de la mesa (ver imagen c.73).

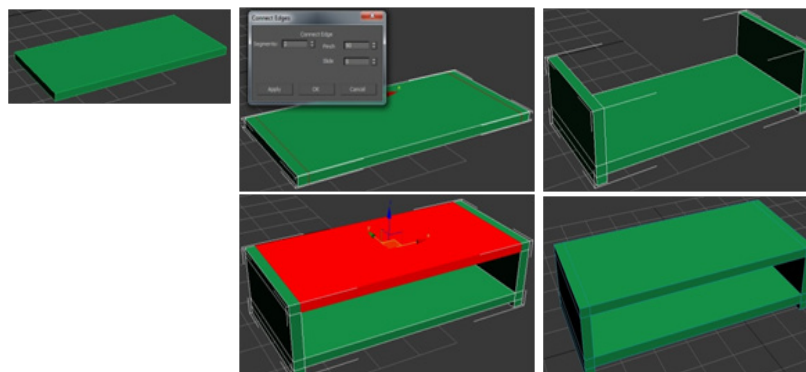


Imagen c.73. Modelado de la mesa central.

Se modela una maceta con unas flores para decorar la mesa. La maceta parte de un cilindro. Se escala la cara superior y, con un *Inset* y un *Scale*, se crea una nueva cara de mayor diámetro. Se extruye la nueva cara y se crea un agujero interior (ver imagen c.74).

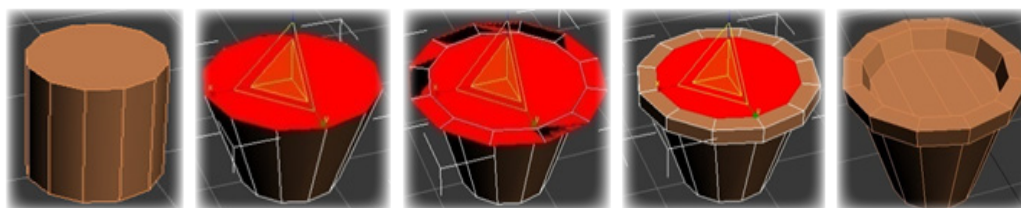


Imagen c.74. Modelado de la maceta.

La flor se realiza a partir de un cilindro. Se va modelando el tallo aplicando varias extrusiones y desplazando los polígonos para crear un tallo ligeramente encorvado. Se crea un nuevo polígono mediante la herramienta *Inset* y se extruye y escala 5 veces, hasta obtener la forma de la flor. Se realiza un hueco interior y, tomando un polígono del tallo, se modela una hoja (ver imagen c.75).

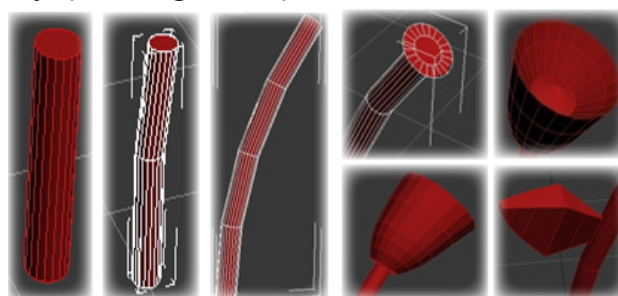


Imagen c.75. Modelado de la flor.

Se coloca la flor dentro de la maceta y la maceta sobre la mesa. Ya está modelada la mesa central (ver imagen c.76).



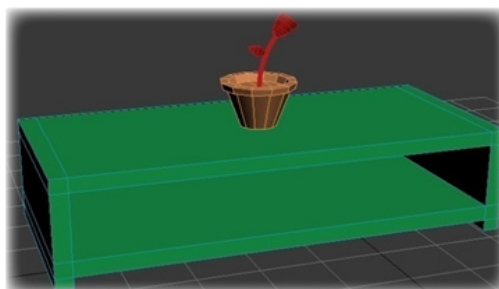


Imagen c.76. Mesa central modelada.

- **Mesa de televisión.**

En primer lugar se modela la televisión. Se parte de un cuadrado con las esquinas redondeadas y se extruye. Los bordes se suavizan con la herramienta *Chamfer* (ver imagen c.77).



Imagen c.77. Modelado de la televisión.

Se añaden algunos detalles para seguir dando forma a la televisión. A partir de varios cilindros, se crean los botones y la antena (ver imagen c.78). En la parte trasera se añaden dos nuevos segmentos con el comando *Connect* y se extrusiona y escala el polígono (ver imagen c.79).

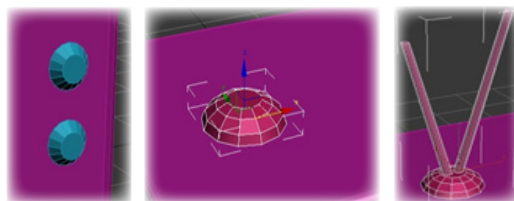


Imagen c.78. Modelado de botones y antena.



Imagen c.79. Modelado de detalle en la parte trasera.

Se parte de otro cuadrado con bordes redondeados para modelar la pantalla. Tras extruir y escalar el polígono, se vuelve a extruir por el otro lado con el fin de que interseccione con la televisión ya modelada. Como ya se ha visto en otros modelos, se realiza una operación booleana para crear una apertura del mismo tamaño que la pantalla y se unen los vértices uno a uno mediante la herramienta *Target weld* (ver imagen c.80).



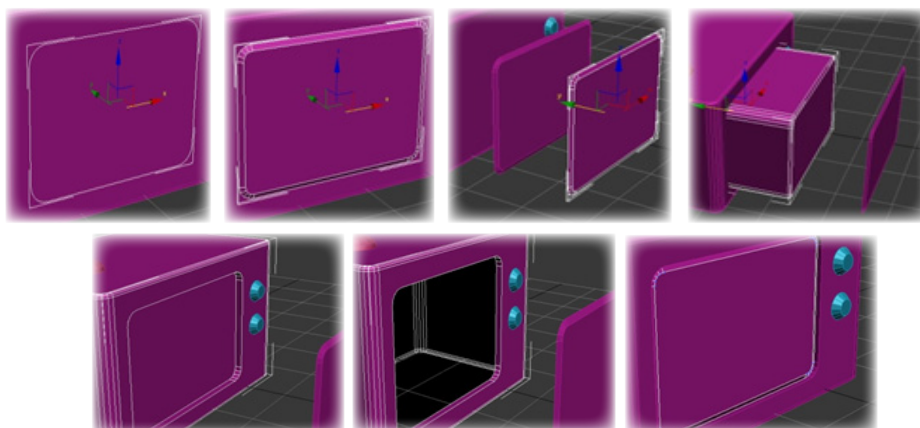


Imagen c.80. Modelado de la pantalla.

Tras modelar la televisión, se da forma a la mesa. Se parte de una caja y se extruyen dos polígonos para crear las patas (ver imagen c.81).

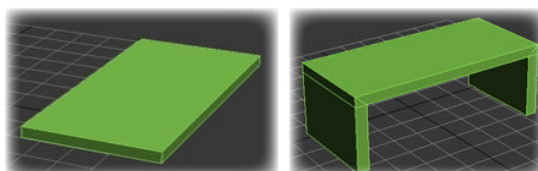


Imagen c.81. Modelado de la mesa.

Se coloca la televisión sobre la mesa y ya está modelado el objeto completo (ver imagen c.82).

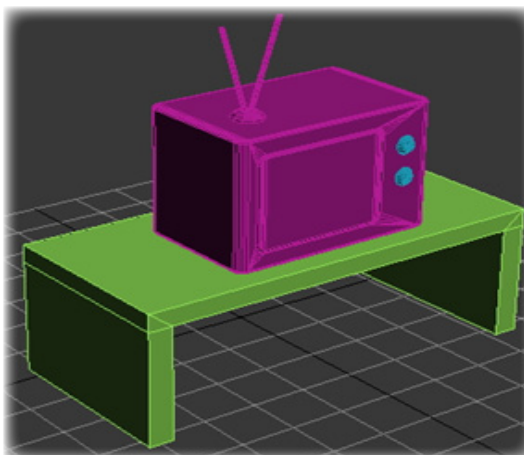


Imagen c.82. Mesa de televisión modelada.

- **Sofá.**

El modelado del sofá se empieza por los apoyabrazos. A partir de una caja, se divide en varios segmentos con la herramienta *SwiftLoop*. Se mueven los vértices para darle forma redondeada y se extruye uno de los polígonos para crear un saliente. Se aplica la herramienta *Mirror* para crear otro elemento simétrico (ver imagen c.83).



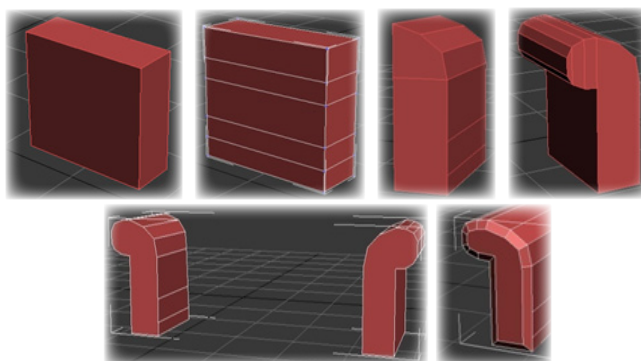


Imagen c.83. Modelado de los reposabrazos.

Se unen los dos reposabrazos creando una nueva caja y uniendo los puntos. Para crear el asiento del sofá se eliminan dos polígonos en los laterales, se extruye otro polígono y se unen los vértices con *Target weld* (ver imagen c.84).

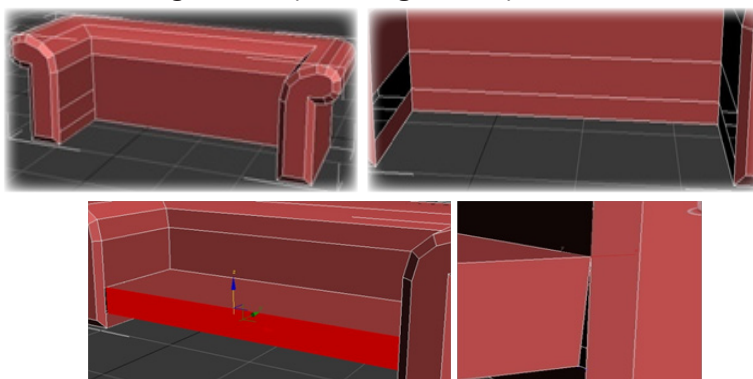


Imagen c.84. Unión de reposabrazos y modelado del asiento.

Por último, se modela un cojín a partir de una caja, extruyéndola y escalándola varias veces (ver imagen c.85).

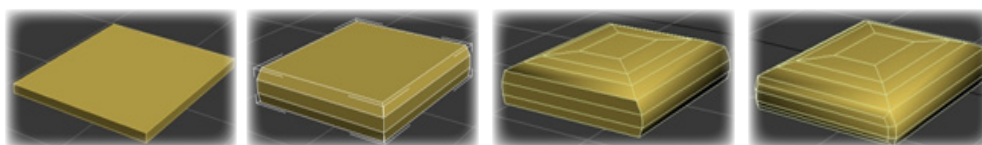


Imagen c.85. Modelado del cojín.

Se copia el cojín dos veces y se colocan en el sofá (ver imagen c.86).

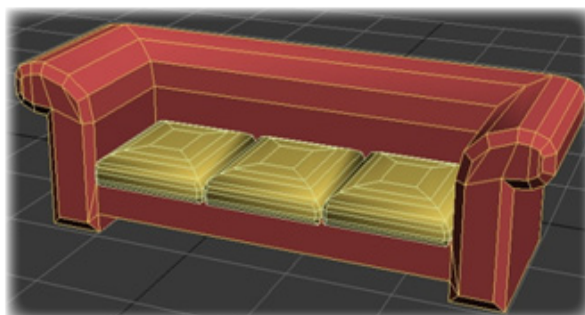


Imagen c.86. Modelado del sofá.



- **Sillón.**

El modelado del sillón sigue el mismo proceso que el sofá, pero disminuyendo la distancia entre los reposabrazos y colocando sólo un cojín (ver imagen c.87).

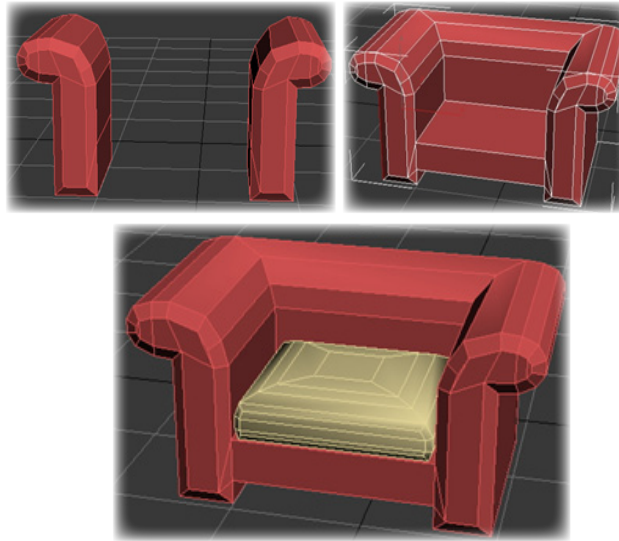


Imagen c.87. Modelado del sillón.

Se modelan los objetos de la cocina.

- **Nevera.**

Se crea una caja y, en la cara frontal, se aplica la herramienta *Inset* para crear otra cara de menor tamaño. Esta nueva cara se divide con el comando *Connect* y los dos polígonos resultantes se extruyen y escalan (comando *Bevel*), formando así las puertas de la nevera (ver imagen c.88).

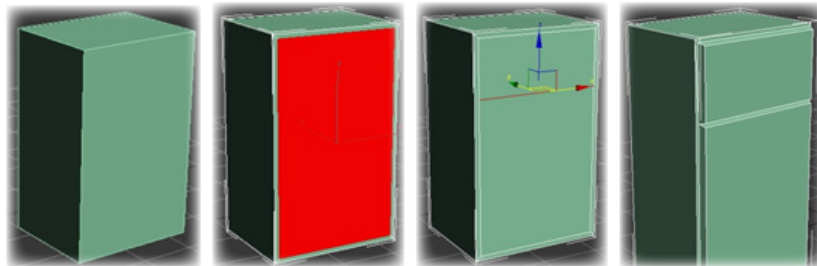
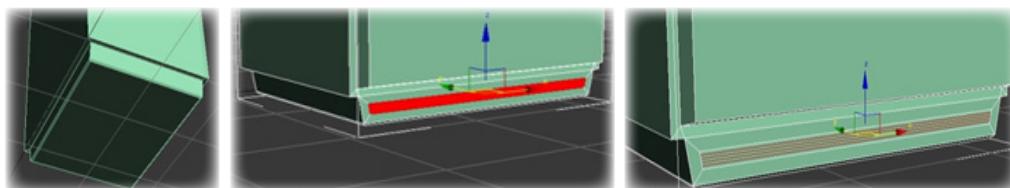


Imagen c.88. Modelado de las puertas de la nevera.

En la parte inferior se extruye una nueva caja para modelar unas rejillas. Para ello, en la cara frontal se aplica un *Inset* y se divide el polígono en 5 partes con la herramienta *Connect*. Se seleccionan 3 de los nuevos polígonos y se extruyen hacia el interior, creando así las rejillas (ver imagen c.89).



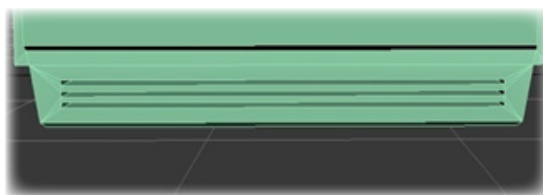


Imagen c.89. Modelado de las rejillas.

En las puertas se modelan unos tiradores. Para ello, se crean dos cajas que se unen con la herramienta *Bridge*, añadiendo un valor negativo a la opción *taper* para obtener una unión curvada. Finalmente, se mueven los puntos para dar una forma curva al tirador (ver imagen c.90).

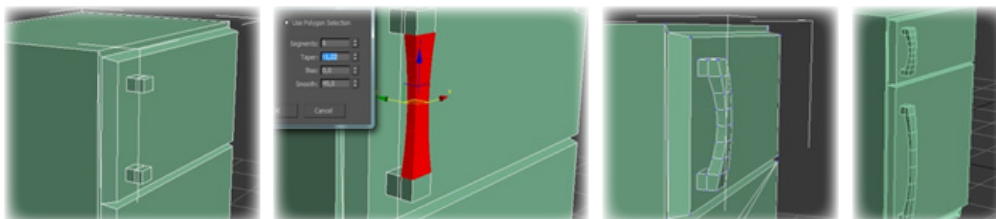


Imagen c.90. Modelado de los tiradores de las puertas.

Ya está modelada la nevera (ver imagen c.91).

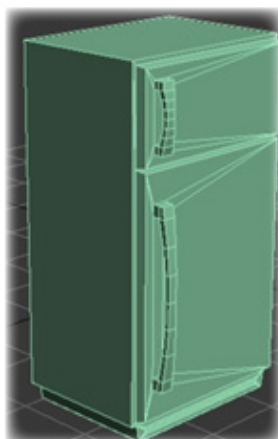


Imagen c.91. Nevera modelada.

- **Lavadora.**

El modelado de la lavadora se inicia con una caja. Se divide la caja con la herramienta *Connect* y, en la parte superior, se realizan varias divisiones y extrusiones para crear un cajón y la zona de los botones. En la parte inferior, se crea un cilindro con varias extrusiones para formar la puerta de la lavadora. La puerta se une con la caja mediante la operación de unión booleana ya vista anteriormente. A partir de dos esferas, se crean dos tipos de botones. Uno es una semiesfera y el otro se crea moviendo algunos puntos de otra semiesfera (ver imagen c.92).



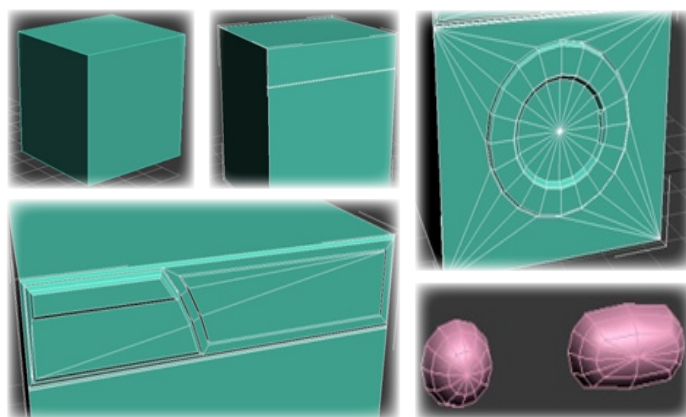


Imagen c.92. Modelado de la lavadora.

La lavadora ya está modelada (ver imagen c.93).

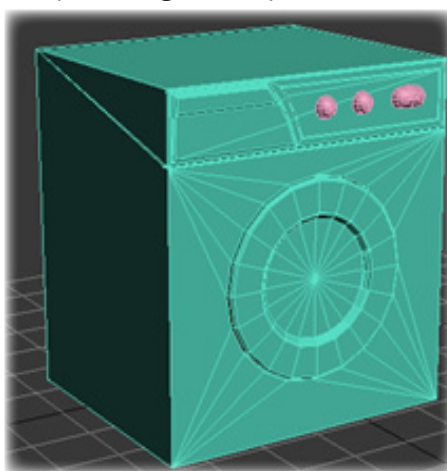


Imagen c.93. Lavadora modelada.

- **Fregadero.**

Para empezar, se modela una caja y se aplica la herramienta *Inset* en la cara delantera. La nueva cara se desplaza ligeramente hacia abajo y se coloca un pomo con forma de semiesfera (ver imagen c.94).

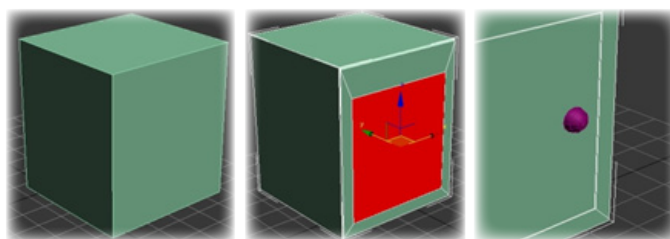


Imagen c.94. Modelado de una puerta delantera.

En la cara superior de la caja se aplica de nuevo un *Inset*. El nuevo polígono se extruye hacia abajo, formando el fregadero. Los bordes se redondean con el comando *Chamfer* (ver imagen c.95).



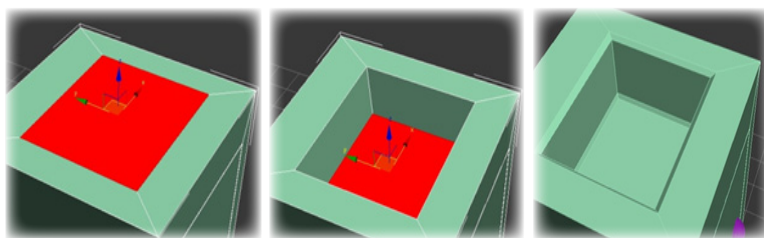


Imagen c.95. Modelado del fregadero.

Por último se añade el grifo. Por un lado, se modela el grifo a partir de un cilindro y varias extrusiones que se van girando y desplazando hasta obtener la forma final (ver imagen c.96). Por otro lado, se modela el control del agua fría y caliente a partir de un cilindro que se escala y extruye (ver imagen c.97).

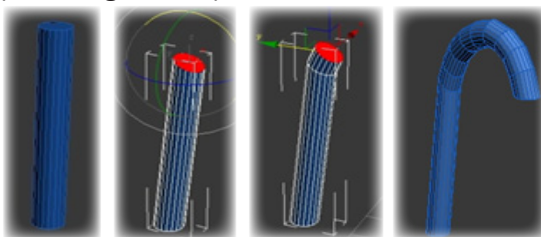


Imagen c.96. Modelado del grifo.



Imagen c.97. Modelado del control de agua.

Se coloca cada elemento en su lugar y ya está modelado el fregadero completo (ver imagen c.98).

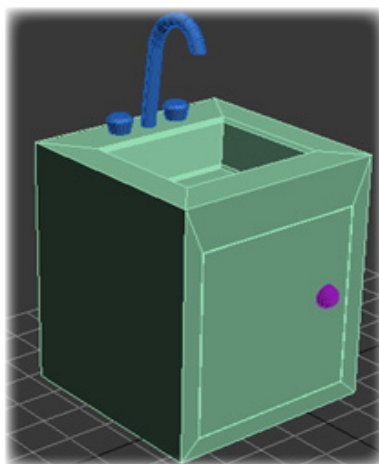


Imagen c.98. Fregadero modelado.

- **Microondas.**

El modelado del microondas se realiza a partir de la forma ya modelada para la televisión.



Se añade una caja en el lateral que simula el pulsador para abrir la puerta y dos ruletas, modeladas a partir de un cilindro (ver imagen c.99).

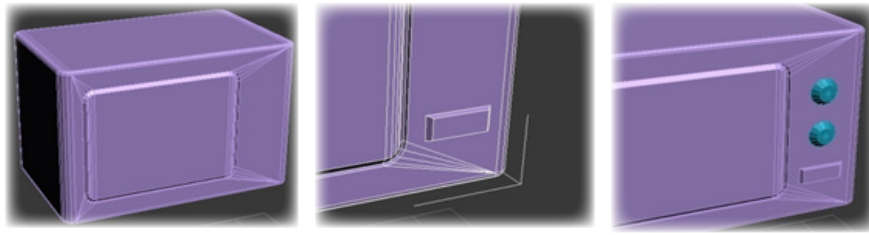


Imagen c.99. Modelado del microondas.

Para modelar el mueble donde se coloca el microondas, se parte de una caja. Se divide la cara frontal con la herramienta *Connect* y se crean dos nuevos polígonos reducidos con el comando *Inset*. Los dos polígonos se extruyen y escalan (*Bevel*). Se añaden dos pomos a partir de un cilindro (ver imagen c.100).

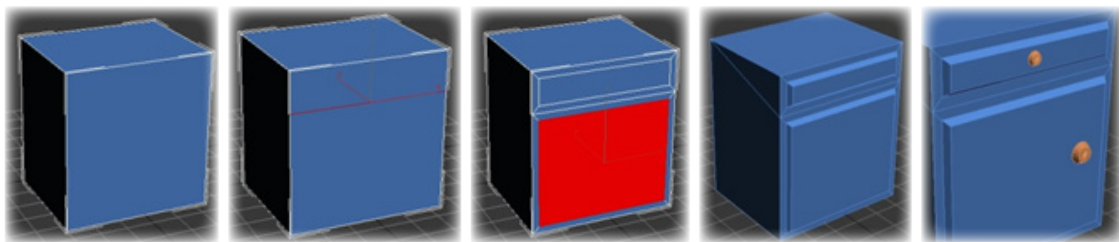


Imagen c.100. Modelado del mueble del microondas.

Se coloca el microondas sobre el mueble. Ya está terminado el modelado del microondas (ver imagen c.101).

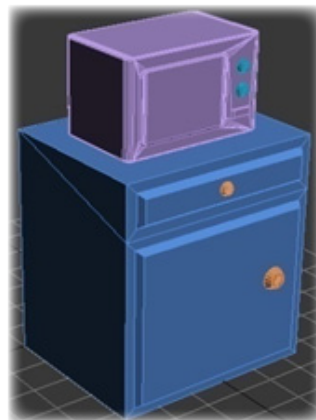


Imagen c.101. Microondas modelado.

- **Horno.**

El modelado del horno comienza con una caja. Se divide la cara delantera con la herramienta *Connect* y en el polígono inferior se aplica un *Inset*, creando así una cara nueva reducida. Esta cara se modifica moviendo ligeramente el segmento superior y se extruye para dar forma al cristal del horno (ver imagen c.102). En la cara superior de la caja, se realiza otra división mediante *Connect* y se extruye el polígono más pequeño, creando un saliente en la parte trasera del horno (ver imagen c.103).





Imagen c.102. Modelado de la parte delantera del horno.

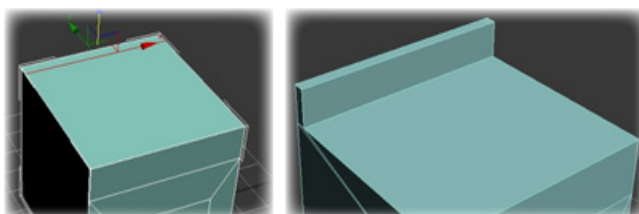


Imagen c.103. Modelado de un saliente.

Se modela el fuego de la cocina partiendo de un cilindro, se realizan varias extrusiones y escalados hasta obtener la forma final. Se copia tres veces y se colocan los cuatro fuegos sobre la cara superior (ver imagen c.104).

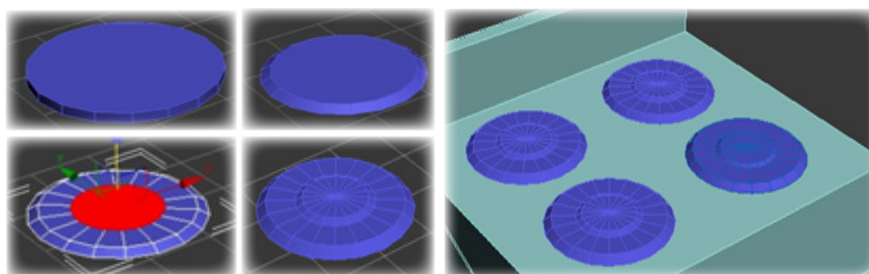


Imagen c.104. Modelado de los fuegos de la cocina.

Se modela una ruleta a partir de un cilindro. Se escala y se unen cuatro puntos de la cara superior mediante el comando *Connect*, creando una nueva cara rectangular que se extruye. Finalmente se copia dos veces y se colocan las tres ruletas en la cara frontal del horno, girándolas para que tengan distintas posiciones (ver imagen c.105).

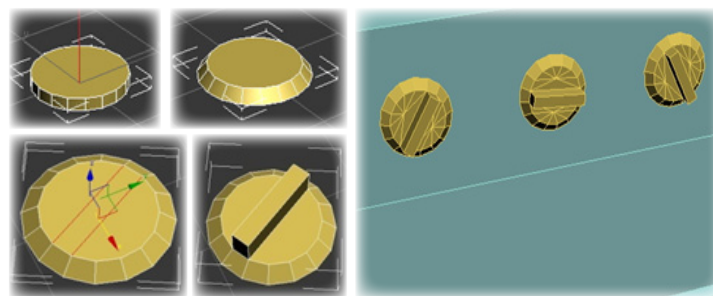


Imagen c.105. Modelado de la ruleta.

Por último, se modela un tirador. Se parte de una caja, se extruye y escala (*Bevel*) un lateral varias veces para crear una forma redondeada. En el otro lateral se hace una división con la herramienta *Connect* y se realiza una simetría de la pieza. Seleccionando los polígonos de las caras interiores de ambas piezas, se aplica el comando *Bridge* con un valor negativo en la opción *taper*. Finalmente se coloca el tirador sobre el cristal modelado anteriormente (ver imagen c.106).



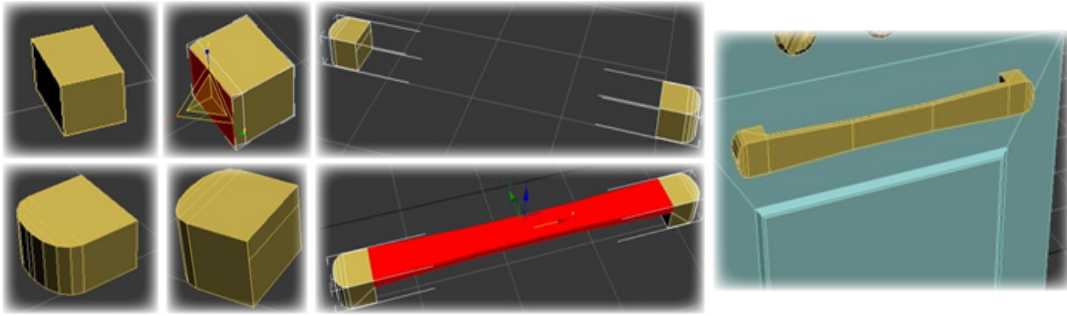


Imagen c.106. Modelado del tirador.

Ya está completado el modelado del horno (ver imagen c.107).



Imagen c.107. Horno modelado.

En último lugar, se modelan los objetos del baño.

- **Bañera.**

El modelado de la bañera se inicia con un *spline*, una elipse. Una vez transformada la elipse a un *EditPoly*, se extruye y escala varias veces hasta dar forma a la bañera. A la cara superior se le aplica la herramienta *Inset* y el polígono resultante se extruye hacia adentro, generando el hueco de la bañera. El borde del fondo se suaviza con el comando *Chamfer*. Para terminar, se añade un borde en la parte superior mediante varias extrusiones (ver imagen c.108).

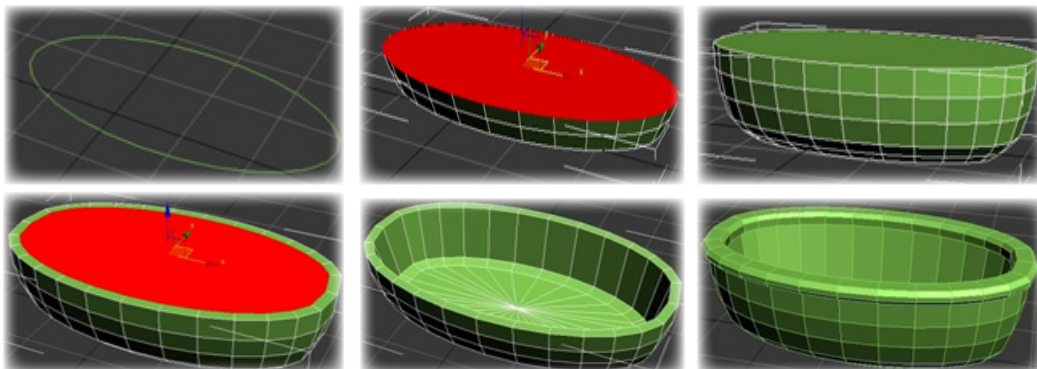


Imagen c.108. Modelado de la bañera.



Para completar la bañera, se modela un control de agua (ver imagen c.109) y un grifo (ver imagen c.110). Ambos elementos se modelan a partir de un cilindro y varias extrusiones.

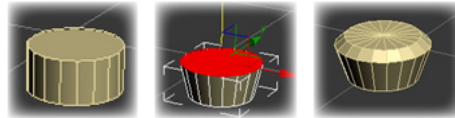


Imagen c.109. Modelado del control de agua.

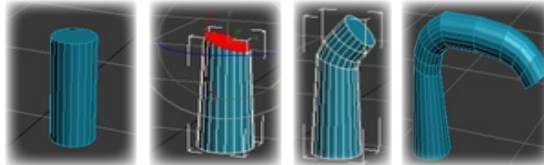


Imagen c.110. Modelado del grifo.

Se colocan todos los elementos en su lugar y ya está completo el modelado de la bañera (ver imagen c.111).

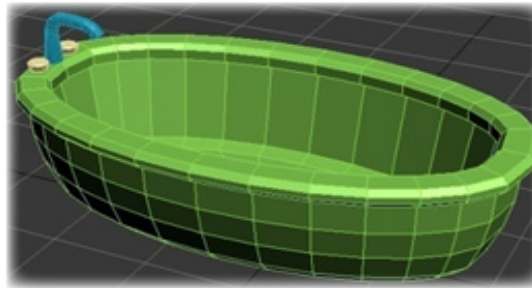


Imagen c.111. Bañera modelada.

- **Lavabo.**

El modelado del lavabo se inicia con una caja. Se extruye y escala (*Bevel*) el polígono inferior, para crear una pequeña base. El polígono superior se escala para disminuir su tamaño y, a continuación, se extruye varias veces, escalando las caras para dar forma a la pila del lavabo (ver imagen c.112).

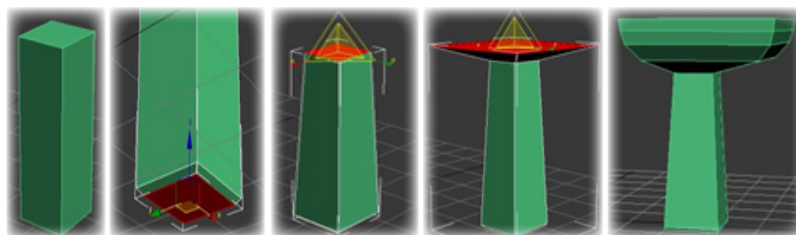


Imagen c.112. Modelado de la pila y el pie del lavabo.

Tras dar forma a la pila, es necesario hacer el hueco de la misma. Para ello, se crea una esfera, se interseca con la pila y se realiza una operación booleana. El resultado de esta operación es un hueco semiesférico (ver imagen c.113).



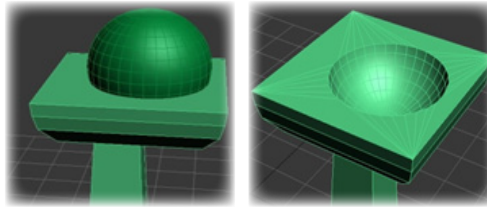


Imagen c.113. Hueco generado con una operación booleana.

Por último, se añaden el grifo y los controles del agua, modelados como ya se ha descrito en anteriores objetos (ver imagen c.114).

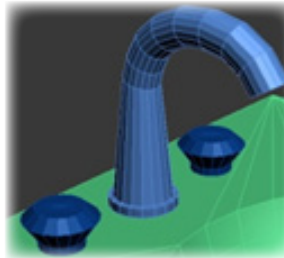


Imagen c.114. Grifo y controles del agua modelados.

El lavabo ya está modelado (ver imagen c.115).

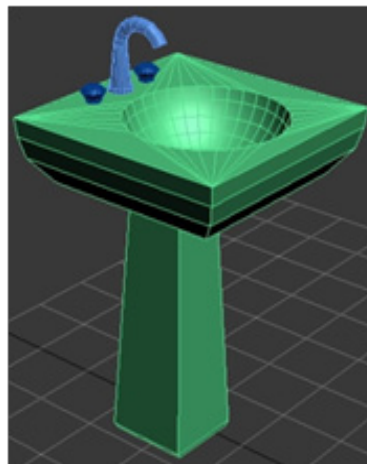


Imagen c.115. Lavabo modelado.

- **Ducha.**

La ducha se modela a partir de una caja. El objetivo es vaciar la caja y hacer dos aberturas en dos de sus caras, para ello se sigue el siguiente procedimiento: Se aplica la herramienta *Inset* en la cara superior y se extruye hacia abajo, vaciando así la caja. En uno de los laterales se realiza un *Inset*, por la parte interior y exterior, y se alinean varios vértices. Se eliminan las nuevas caras generadas, se alinean algunos vértices de la zona inferior y, seleccionando los bordes resultantes, se aplica el comando *Bridge*, que crea nuevas caras. El mismo proceso se sigue en otro de los polígonos laterales de la caja (ver imagen c.116).



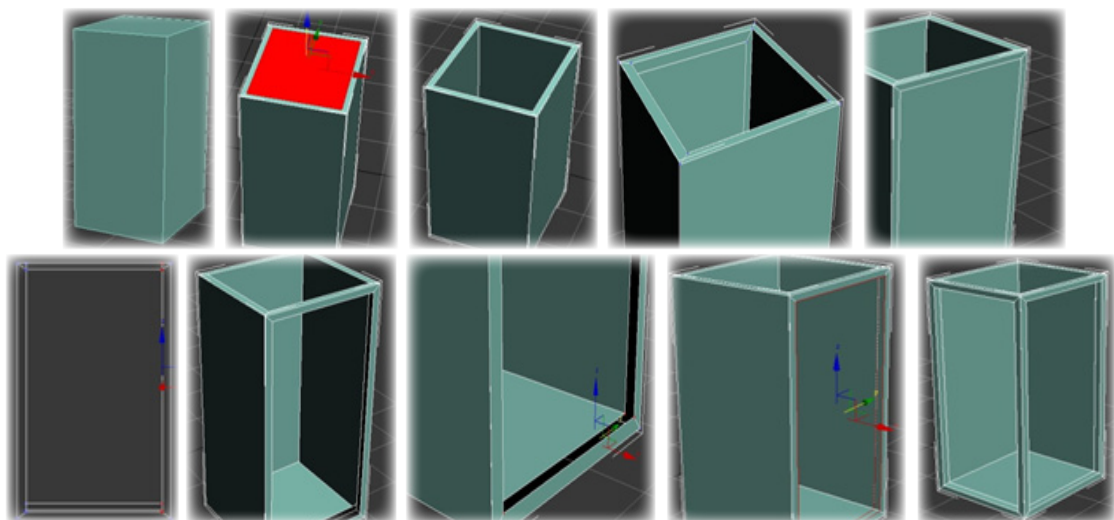


Imagen c.116. Proceso de vaciado de la caja y aberturas laterales.

Para dar forma al plato de la ducha, se realiza un *Inset* en la cara y se desplaza hacia abajo ligeramente (ver imagen c.117).

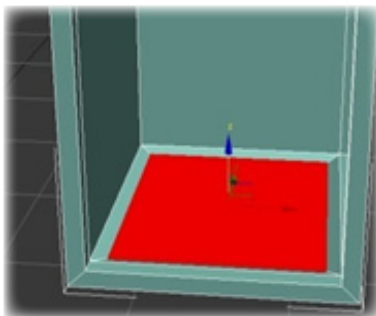


Imagen c.117. Plato de ducha modelado.

Por último, se añade el grifo y los controles del agua (ver imagen c.118).



Imagen c.118. Grifo y controles de agua modelados.

Ya está completamente modelada la ducha (ver imagen c.119).





Imagen c.119. Ducha modelada.

- **Bidet.**

El modelado del bidet se inicia con una caja. Se aplica la herramienta *Inset* para crear un nuevo polígono y se extruye y escala (*Bevel*). Se realizan varias extrusiones y se van moviendo los puntos para crear la forma final (ver imagen c.120).

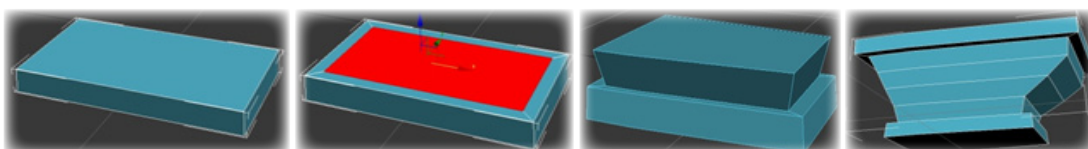


Imagen c.120. Modelado del bidet mediante extrusiones.

El cuerpo del bidet se corta mediante la herramienta *SwiftLoop*. Los puntos delanteros se mueven hacia el interior, dándole una forma inclinada a la parte delantera (ver imagen c.121).

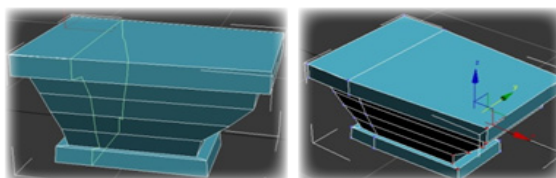


Imagen c.121. Corte del cuerpo y desplazamiento de los puntos.

El hueco del bidet se realiza con una operación booleana, siguiendo el proceso ya descrito en otros objetos (ver imagen c.122).

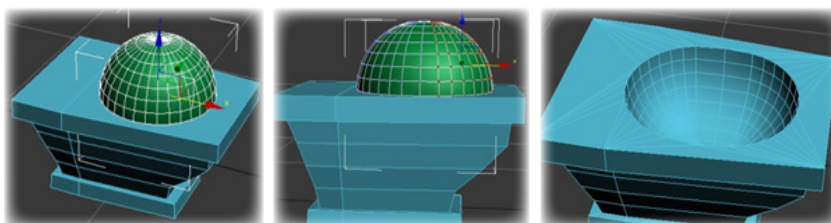


Imagen c.122. Hueco generado con una operación booleana.

Por último, se modela el grifo y los controles de agua (ver imagen c.123).



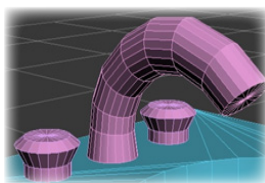


Imagen c.123. Modelado del grifo y los controles.

Ya está modelado el bidet (ver imagen c.124).

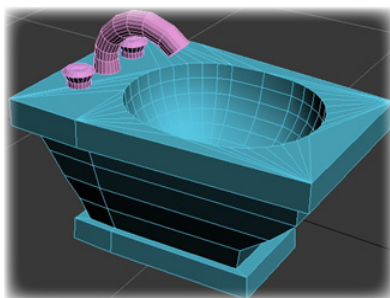


Imagen c.124. Bidet modelado.

- **Retrete.**

El modelado del retrete comienza a partir del cuerpo ya modelado del bidet. La superficie superior se divide con el comando *Connect* y se crean dos nuevos polígonos con la herramienta *Inset*. Estos polígonos se extruyen varias veces, dando forma al contenedor de agua y a la tapa del retrete (ver imagen c.125).

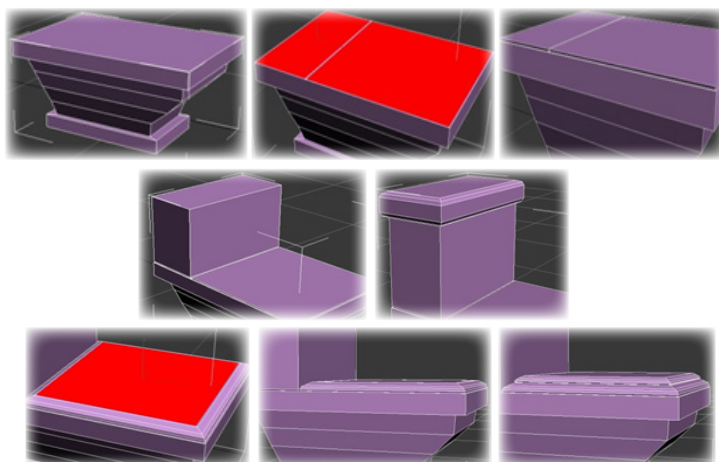


Imagen c.125. Modelado del retrete a partir de un modelo anterior.

A continuación, como ya se ha hecho con el bidet, se corta el cuerpo modelado mediante la herramienta *Slice plane*, que crea el corte a partir de un plano. Los vértices delanteros se mueven hacia adentro (ver imagen c.126).

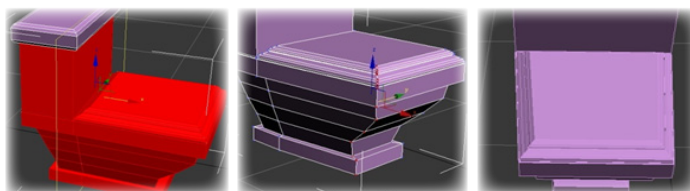


Imagen c.126. Corte del cuerpo y desplazamiento de vértices.



Por último, se añade el tirador de la cadena a partir de un cilindro. Se realizan varias extrusiones y escalados (*Bevel*) y se coloca el tirador en la parte superior (ver imagen c.127).



Imagen c.127. Modelado del tirador.

El retrete ya está modelado (ver imagen c.128).

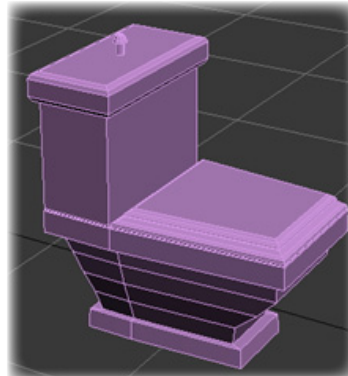


Imagen c.128. Retrete modelado.

Se modela una ventana para cada habitación y dos puertas para cada planta de la casa.

- **Ventana del dormitorio.**

La ventana del dormitorio se modela en dos partes, por un lado el marco y por otro las cortinas. El marco se inicia con una caja, se crea un polígono interior con la herramienta *Inset* y se mueve hacia adentro, creando el marco exterior. Mediante los comandos *Connect* e *Inset* se dibujan cuatro cuadrados por delante y por detrás de la caja y se eliminan los polígonos. Las zonas interiores de los huecos originados quedan abiertas, por lo que se seleccionan los contornos y se crean polígonos nuevos con la herramienta *Bridge* (ver imagen c.129).

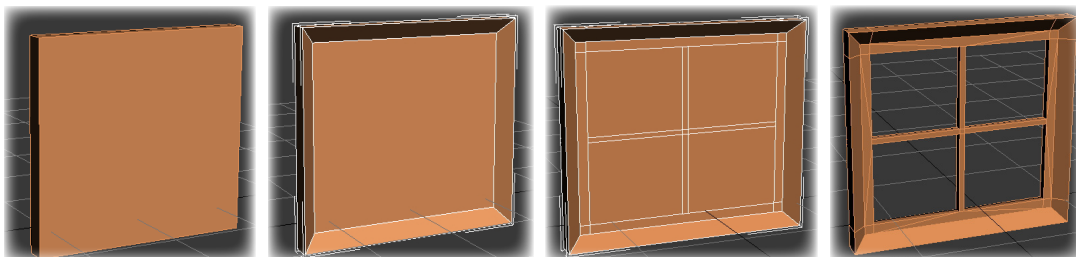


Imagen c.129. Modelado del marco de la ventana del dormitorio.

La cortina se modela a partir de una caja que se divide en varios polígonos mediante la herramienta *Connect*. Algunos puntos se desplazan generando una forma ondulada. A partir de otra caja colocada sobre la anterior se crea la cortina, mediante varias extrusiones y escalados (*Bevel*). Finalmente, con el comando *Mirror*, se duplica el elemento (ver imagen c.130).



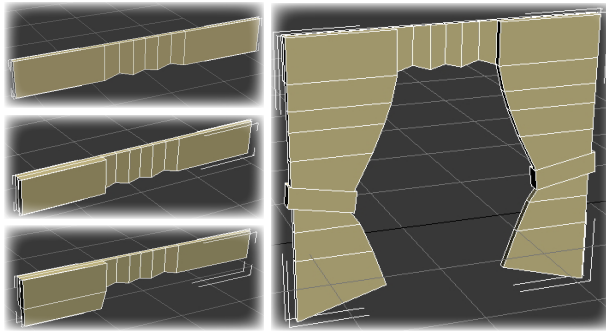


Imagen c.130. Modelado de las cortinas de la ventana del dormitorio.

Por último, se coloca el elemento de la cortina sobre el marco (ver imagen c.131).

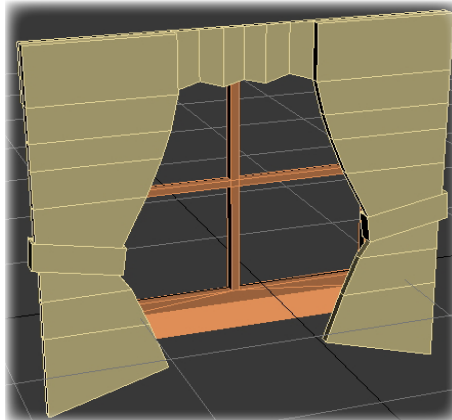


Imagen c.131. Ventana del dormitorio modelada.

- **Ventana del salón.**

La ventana del salón se modela a partir de una caja con dos polígonos verticales, de esta forma se aplica la herramienta *Inset* y se crean los huecos de la ventana, al igual que en la ventana del dormitorio. En la parte inferior se modela un saliente con el comando *Extrude* (ver imagen c.132).

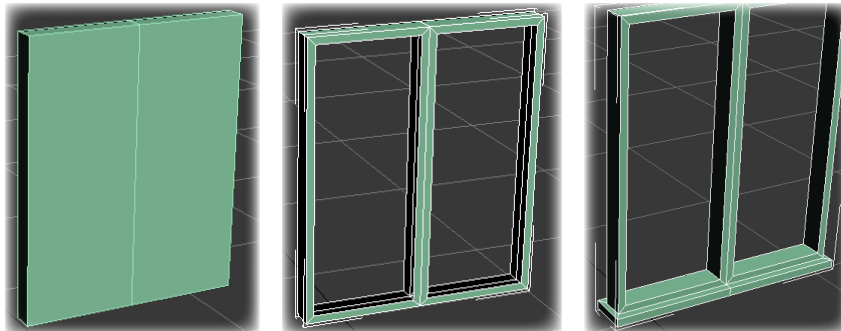


Imagen c.132. Modelado del marco de la ventana del salón.

En la parte superior de la ventana se coloca un cilindro con los extremos extruidos y escalados. Se corta el cilindro varias veces con la herramienta *Switch Loop* y se extruyen algunos de los polígonos para modelar las cortinas (ver imagen c.133).



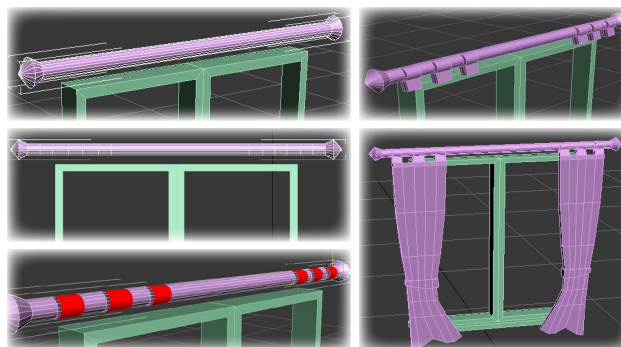


Imagen c.133. Modelado de las cortinas de la ventana del salón.

- **Ventana del baño.**

La ventana del baño va a estar abierta, para modelarla se crea una caja y se mueven algunos de sus vértices, dándole una forma más redondeada e infantil. Se crea el hueco de la ventana como ya se ha hecho en las anteriores (ver imagen c.134).

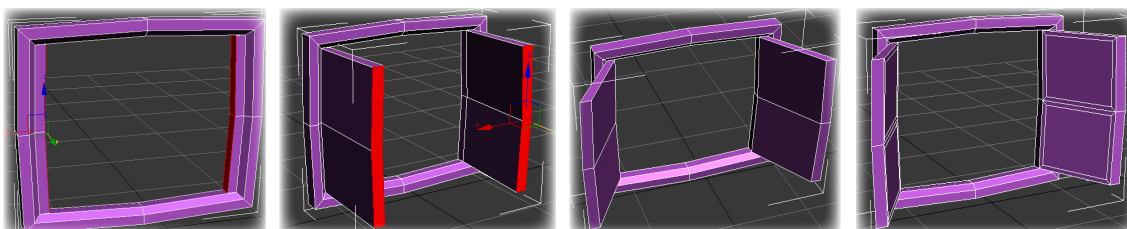


Imagen c.134. Modelado de las puertas de la ventana del baño.

Para crear las puertas de la ventana se extruyen los polígonos laterales del interior del marco y se vuelven a extruir éstos hacia adelante. Los polígonos finales se mueven hacia los lados para que las puertas queden más abiertas y se crean los cristales de la ventana con el comando *Inset* (ver imagen c.135).

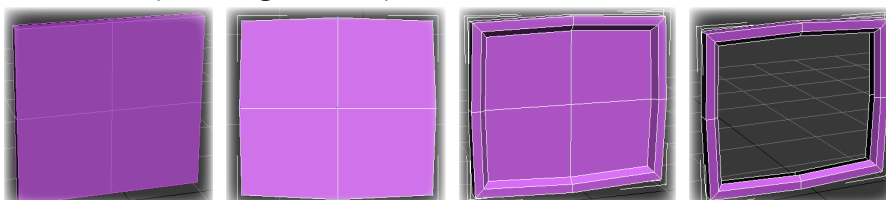


Imagen c.135. Modelado del marco de la ventana del baño.

- **Ventana de la cocina.**

La ventana de la cocina se modela a partir de una caja. Se crea el marco como en anteriores ventanas y se modelan las cortinas por la parte trasera del marco (ver imagen c.136).

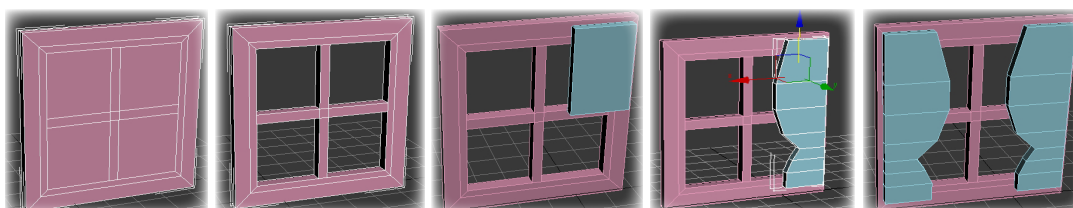


Imagen c.136. Modelado del marco y las cortinas de la ventana de la cocina.



- **Puerta planta 1.**

La puerta se modela partiendo de una caja. Se crea un nuevo polígono con la herramienta *Inset* y se alinea el segmento inferior con el polígono inferior de la caja. El polígono se extruye hacia el interior y, mediante un nuevo *Inset* y otra extrusión, se crea el marco (ver imagen c.137).

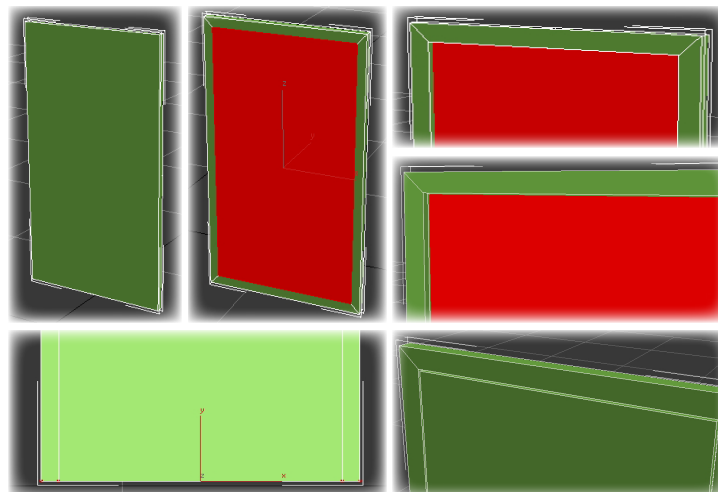


Imagen c.137. Modelado del marco de la puerta.

Se crean unos dibujos geométricos en la puerta para decorarla mediante varios *Splines*. Tras convertirlos en polígonos y extruirlos, se aplica una operación booleana, originando dos huecos. Éstos se tapan seleccionando el borde, previamente escalado, y aplicando el comando *Cap* (ver imagen c.138).



Imagen c.138. Detalle del decorado de la puerta.

Se modela un pequeño pomo y dos bisagras (ver imagen c.139) y, por último, se aplica el transformador *Symmetry* en toda la puerta y el pomo y bisagras ya colocados, creando así el otro lado de la puerta (ver imagen c.140).

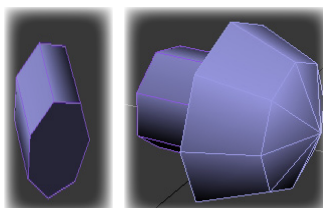


Imagen c.139. Modelado del pomo y la bisagra.

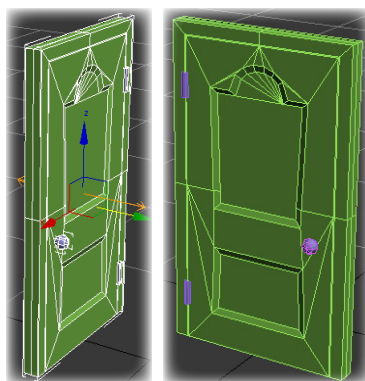


Imagen c.140. Puerta final tras aplicar el transformador *Symmetry*.

• Puerta planta 2.

El modelado de la segunda puerta es similar al proceso anterior. Se crean dos salientes en la parte superior e inferior de la caja, alineando los puntos en la parte trasera de la puerta para que la superficie quede totalmente lisa. Se modela el marco tras aplicar el comando *Connect* para crear dos cortes verticales (ver imagen c.141).

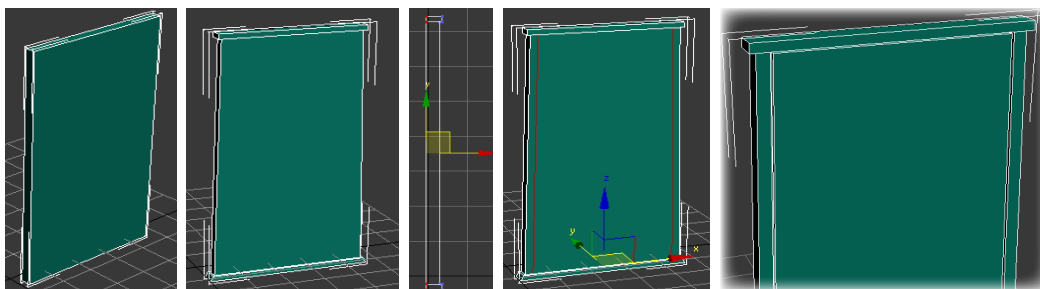


Imagen c.141. Detalle del decorado de la puerta.

Se crean los detalles de la puerta mediante una operación booleana y se modela el pomo. Por último, se aplica el modificador *Symmetry* (ver imagen c.142).

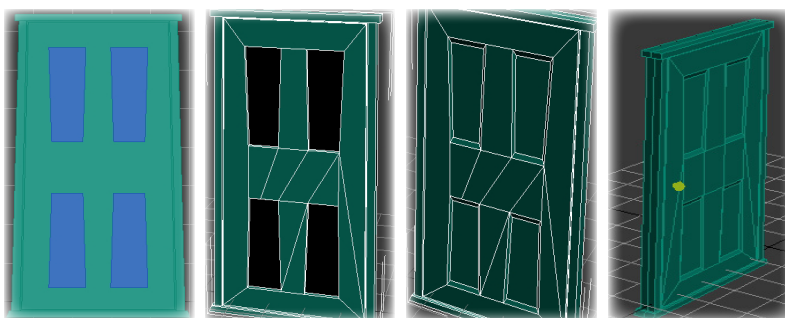


Imagen c.142. Detalles de la puerta, pomo y aplicación del transformador *Symmetry*.

Para el dormitorio se modela un estante con algunos libros que irá colocado en la pared (ver imagen c.143) y una lámpara en el techo, realizada a partir de tres esferas (c.144).

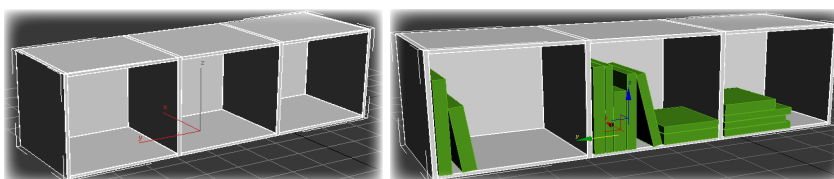


Imagen c.143. Estante con libros modelado.



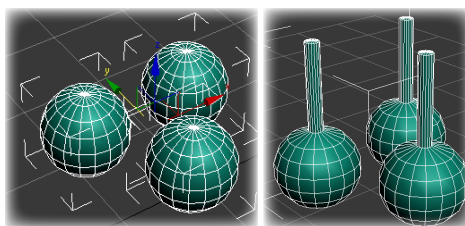


Imagen c.144. Lámpara modelada.

Se modela otra lámpara para el salón a partir de tres cilindros y un cuadro para colgar en la pared (ver imagen c.145).

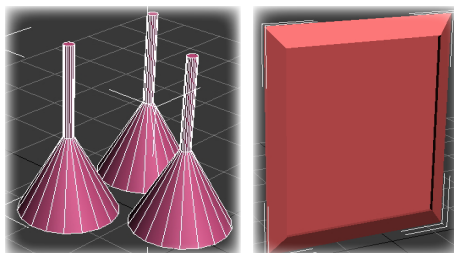


Imagen c.145. Lámpara y cuadro modelados.

Para el baño se modela una estantería con varios elementos típicos del baño, como botes de champú, rollos de papel higiénico o un vaso con cepillos de dientes (ver imagen c.146).

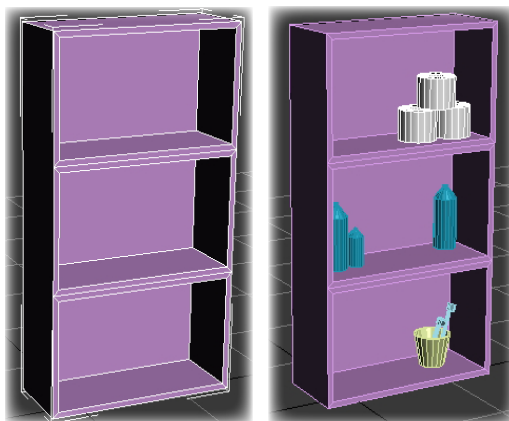


Imagen c.146. Estantería para el baño modelada.

Por último, se modelan tres utensilios para la cocina, que se enganchan en un soporte para la pared (ver imagen c.147).

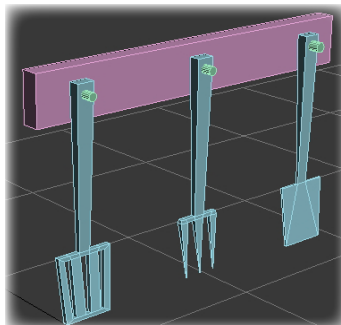


Imagen c.147. Utensilios de cocina modelados.



Los últimos elementos en modelar son los objetos animados. Las nubes se modelan a partir de una caja extruida varias veces y se le da la forma deseada moviendo los puntos. De esta forma se crean todas las nubes (ver imagen c.148).

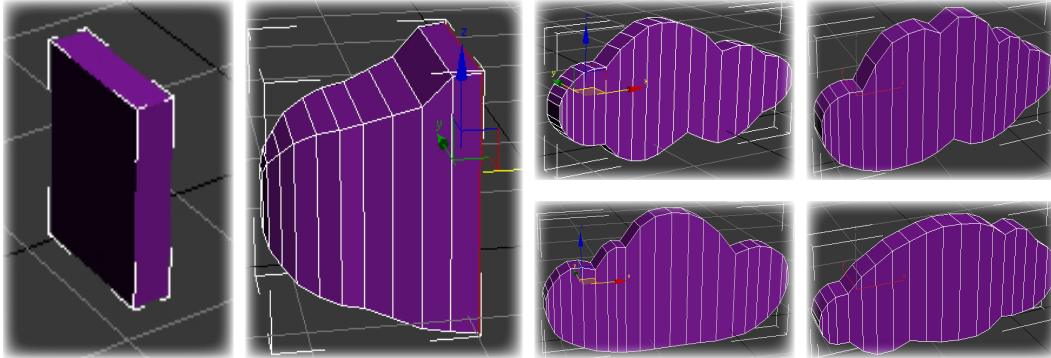


Imagen c.148. Modelado de las nubes.

Se modela un sol a partir de un cilindro de 20 caras. Se extruyen las caras laterales de dos en dos y se unen los vértices con el comando *Target weld*, generando los rayos del sol (ver imagen c.149).

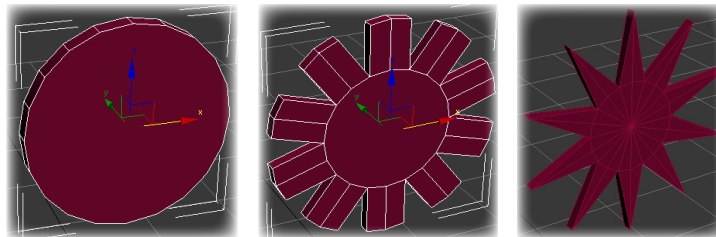


Imagen c.149. Modelado del sol.

Se crea un coche a partir de una caja con varias extrusiones y siguiendo el método de modelado usado en las nubes (ver imagen c.150).

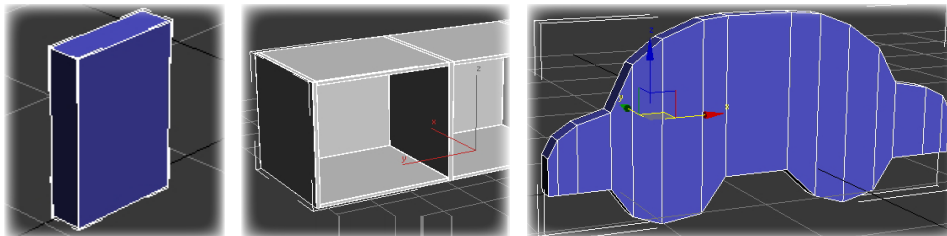


Imagen c.150. Modelado del coche.

El último elemento que se va a animar es una manzana. Ésta ya se ha modelado en uno de los objetos del salón, por lo que no es necesario modelarla de nuevo (ver imagen c.151).

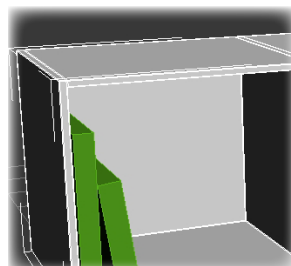


Imagen c.151. Manzana modelada.



C.2 Mapeado, texturas y materiales

ESCENARIO

- **Mapeado.**

El mapeado de la casa se inicia mapeando las habitaciones de manera individual. Para ello, se convierten las cajas a *Editable Poly* y se unen las paredes de una misma habitación con la herramienta *Attach*. De este modo, cada habitación es un único objeto.

Al iniciar el mapeado, se comprobó que existen múltiples caras en cada habitación que no se ven y que, por tanto, no es necesario texturizar. Para simplificar el modelo, se eliminan estas caras.

Tras aplicar el modificador *Unwrap UVW*, se selecciona la opción *Edit* que permite editar el mapeado, ya que el realizado por defecto no es adecuado. Se mapean cada una de las caras individualmente o por grupos con la opción *Planar* (ver imagen c.152).

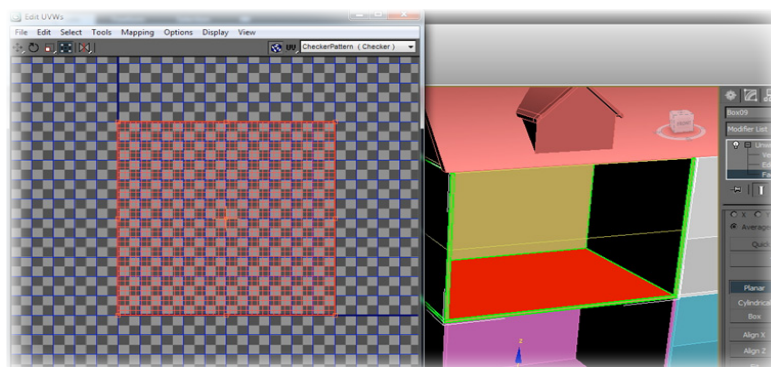


Imagen c.152. Mapeado de una cara de la habitación.

Todas las caras mapeadas se colocan dentro del cuadrado azul (ver imagen c.153) y se guarda el mapeado completo con un tamaño de 400x400 en formato JPEG., ya que no es necesaria una gran calidad de imagen y se tiene en cuenta el tamaño aproximado del elemento dentro del escenario. Además, este formato puede ser abierto por Adobe Photoshop, necesario para el texturizado. Para guardar se elige la opción *Render UVW Template* en el menú Tools. En las opciones, se elige un relleno sólido del color por defecto y se seleccionan únicamente los segmentos visibles (ver imagen c.154).

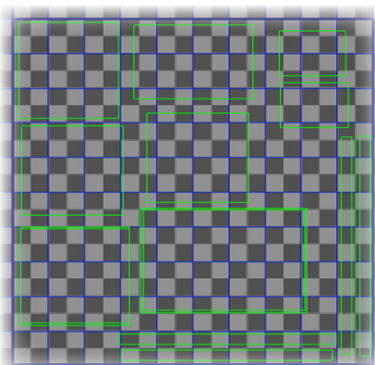


Imagen c.153. Mapeado de una habitación.



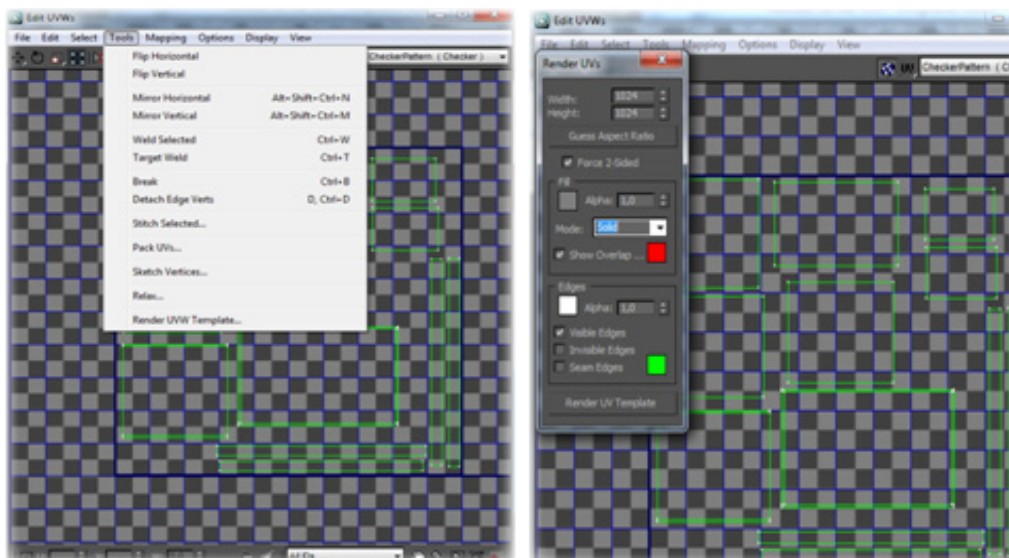


Imagen c.154. Imagen del mapeado guardada.

En caras inclinadas, como en el tejado, se emplea la opción *Quick Planar Map*, que crea el mapeado a partir de un plano de referencia paralelo a la cara (ver imagen c.155).

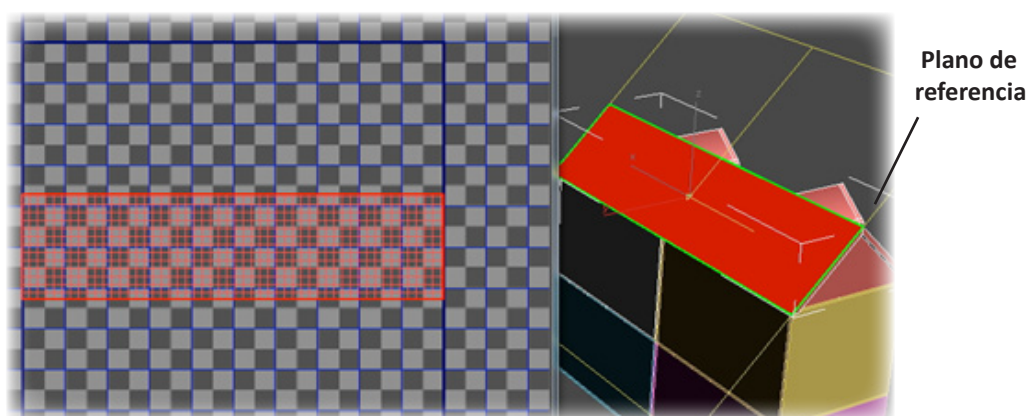


Imagen c.155. Mapeado de una cara con la opción *Quick Planar Map*.

Del mismo modo, se mapea todo el tejado y se guarda el mapeado (ver imagen c.156).



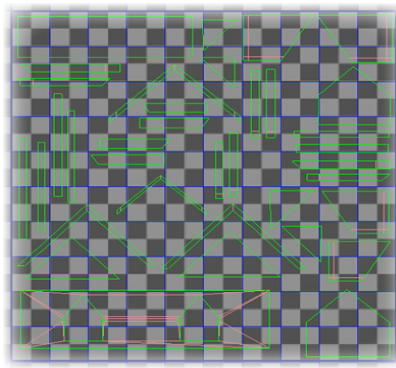


Imagen c.156. Mapeado del tejado.

- **Texturas.**

Cada una de las habitaciones tiene tres texturas diferentes que el niño podrá seleccionar según su color. El proceso es el mismo en las tres texturas, por lo que sólo se muestra una de ellas. Para ver las tres opciones acudir al apartado Resultados.

En primer lugar, se abre la imagen del mapeado en Photoshop y se elimina el fondo negro, dejándolo blanco para una mejor visualización de cada polígono. Estos polígonos se van seleccionando y pintando en nuevas capas (ver imagen c.157). Se emplean colores planos y alegres, con dibujos que ayuden a identificar cada habitación.

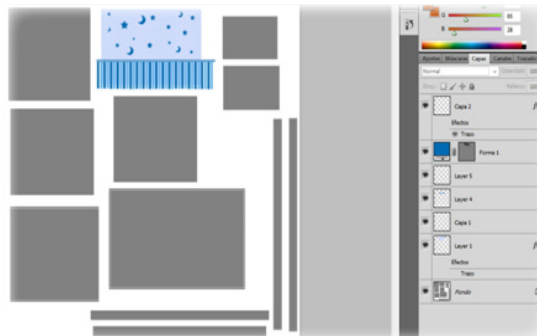


Imagen c.157. Eliminación del fondo negro y coloreado de polígonos en nueva capa.

Después de colorear una superficie, se añaden los bordes negros característicos de los dibujos animados. Para ello, se modifica el estilo de capa, añadiendo un trazo negro de un grosor adecuado y en posición central (ver imagen c.158).

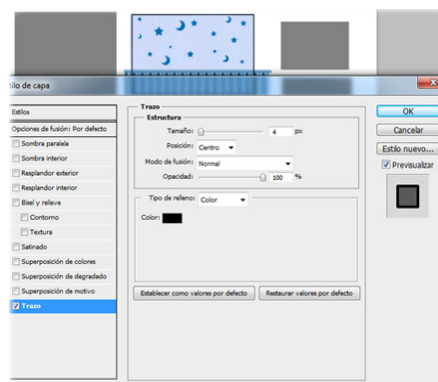


Imagen c.158. Bordes negros añadidos con estilo de capa.



Del mismo modo se realiza el texturizado de todo el dormitorio (ver imagen c.159). En las paredes se dibujan motivos relacionados con la noche, como estrellas y lunas, para que el niño lo identifique con la habitación donde duerme. En el suelo se pinta una alfombra con dibujos infantiles. La parte exterior de la casa es amarilla, por lo que las paredes exteriores del dormitorio se pintan de este color. Finalmente, en los bordes cortados de la habitación se simulan unos ladrillos. Tanto las paredes exteriores como los bordes se pintan igual en todas las habitaciones.

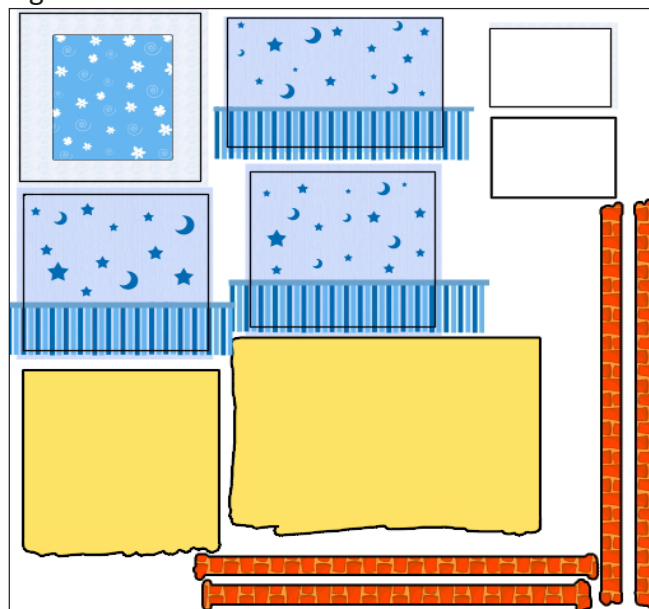


Imagen c.159. Textura del dormitorio terminada.

El salón se decora con unas rayas verticales y colores más cálidos. En las paredes se dibujan unas líneas negras y un círculo blanco simulando las cuerdas de un cuadro colgado, cuadro que se modelará más adelante para colocar debajo. El suelo tiene una alfombra de colores vivos, que da alegría al espacio (ver imagen c.160).

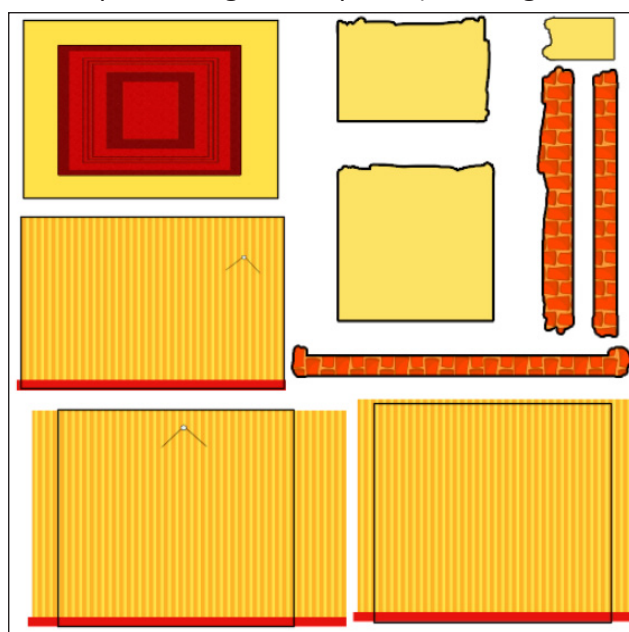


Imagen c.160. Textura del salón terminada.



This block contains a variety of geometric shapes and patterns. At the top left is a blue fish on a light blue grid. To its right is a solid yellow square. Below the fish is a light blue checkered square containing three small blue fish. To the right of this is another light blue checkered square containing two small blue fish. Below the first checkered square is a light blue checkered square with two small blue fish. To the right of this is a solid yellow square. Below the second checkered square is a light blue square. To the right of this is a solid yellow square. At the bottom are two horizontal orange brick patterns. On the right side, there are two vertical orange brick patterns.

Los dibujos de las ballenas se modifican en Photoshop para eliminar el fondo blanco y en la alfombra se añade un bisel y un relieve de tejido modificando el estilo de capa, generando así un aspecto más similar al de una alfombra real (ver imagen c.162).



Al igual que el baño, toda la cocina tiene baldosas blancas en paredes y suelo (ver imagen c.164). Se añaden otras baldosas más pequeñas de color naranja en la parte inferior de las paredes.

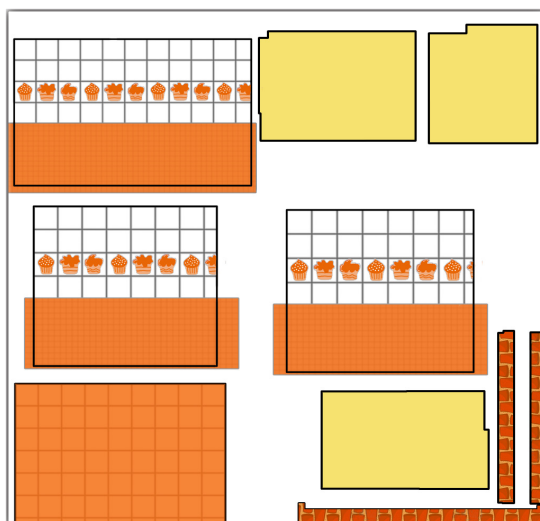


Imagen c.164. Textura de la cocina terminada.

El tejado se pinta de color rojo y en las ventanas se dibuja un marco blanco con cristales azules (ver imagen c.165).

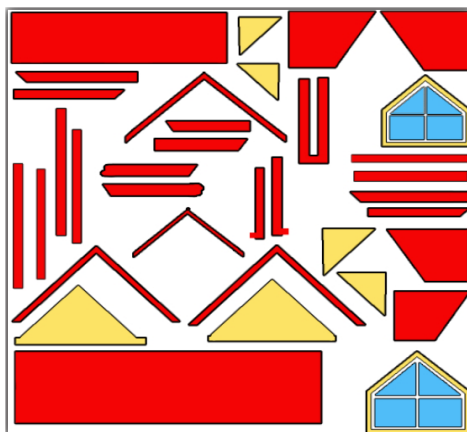


Imagen c.165. Textura del tejado terminada.

- **Materiales.**

El material se crea dentro de *Material Editor*. En el apartado *Diffuse* se selecciona la opción *Bitmap* y se añade la imagen mapeada y texturizada (ver imagen c.166).

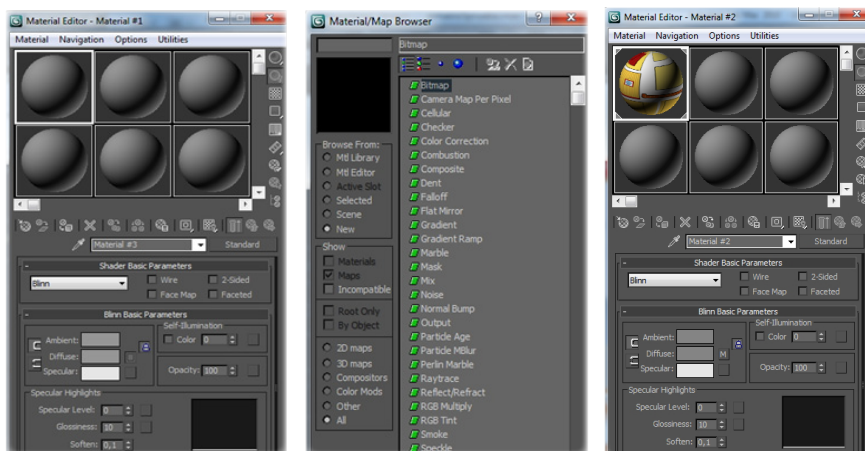


Imagen c.166. Creación de material estándar con *Bitmap*.



Tras crear todos los materiales de la escena, se aplican al objeto correspondiente y se comprueba que la textura sea correcta, especialmente la posición y grosor de los bordes negros. Para ello, se añade una luz *Skylight* que ofrece una iluminación uniforme, permitiendo una mejor visualización de la textura. Por último, se realiza un render (ver imagen c.167).



Imagen c.167. Casa con las texturas aplicadas como materiales.

Por último, se texturizan el fondo y el suelo del escenario. Como se ha explicado al inicio del apartado, el proceso a seguir es inverso al utilizado en el texturizado de la casa.

En primer lugar, se dibujan las texturas. En el plano de fondo del escenario se dibuja vectorialmente con Adobe Illustrator un paisaje de laderas verdes con árboles y una valla tras la casa. Todo ello con colores planos y dibujos sencillos con bordes negros (ver imagen c.168). La sencillez del dibujo impedirá que la atención del niño se centre en el fondo, a la vez que hace el juego más atractivo visualmente.

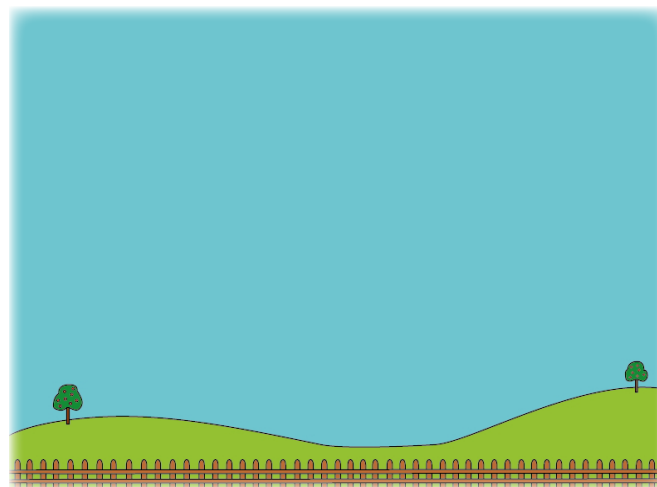


Imagen c.168. Textura del plano de fondo del escenario.

El suelo se realiza a partir de una textura de césped modificada con Photoshop mediante filtros para crear bordes negros. Este efecto permite darle un aspecto de dibujo animado, unificando la textura con el resto del escenario (ver imagen c.169). El tamaño de la imagen es de 800x800, lo suficientemente grande para que no pierda calidad al aplicarla sobre el plano.



Imagen c.169. Textura del suelo del escenario.

Tras realizar las texturas, se aplican como materiales, siguiendo el proceso descrito para los materiales de la casa.

Por último, se lleva a cabo el mapeado. Para ello, se aplica el modificador *UVW Map*, que permite controlar la aplicación de la textura como material. Y es que no siempre los materiales quedan de la manera correcta sobre la superficie, deformándose en ocasiones o teniendo el tamaño inadecuado. Desde el modificador es posible establecer la posición y el tamaño de las texturas. Además, permite elegir la forma que más se asemeje al objeto (cubos, esferas, planos...) para adaptar mejor la textura (ver imagen c.170).

En ambos planos se ha seleccionado el *Mapeado Plano* y la alineación del eje X, Y o Z más conveniente, y se ha ajustado el tamaño mediante los parámetros de *Longitud* y *Anchura* o mediante la opción *Ajustar* que encaja la textura sobre el plano (ver imagen c.171 y c.172).

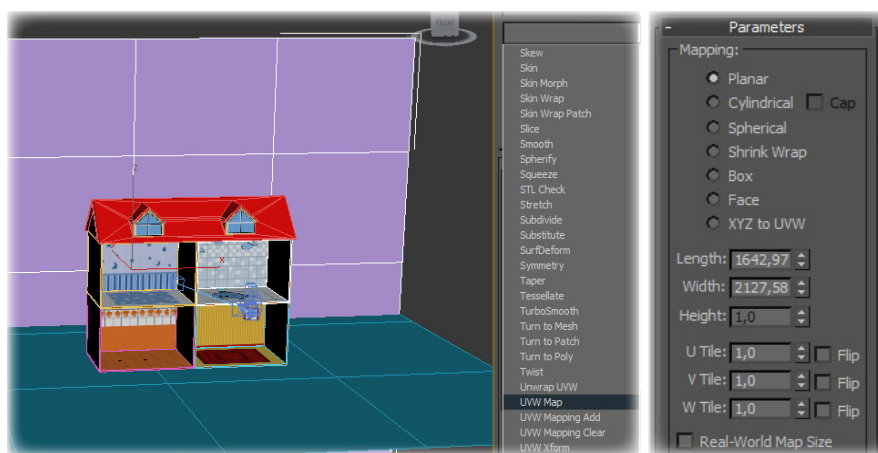


Imagen c.170. Aplicación del modificador *UVW Map* y parámetros.



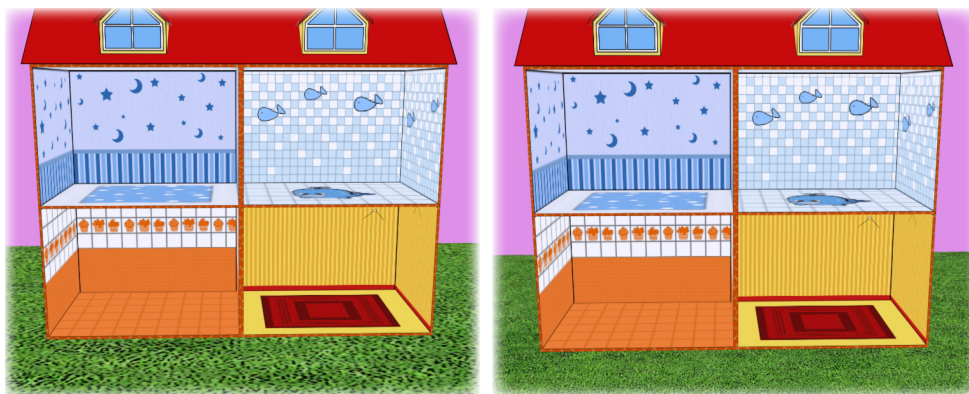


Imagen c.171. Texturas del suelo antes y después de aplicar el UVW Map.

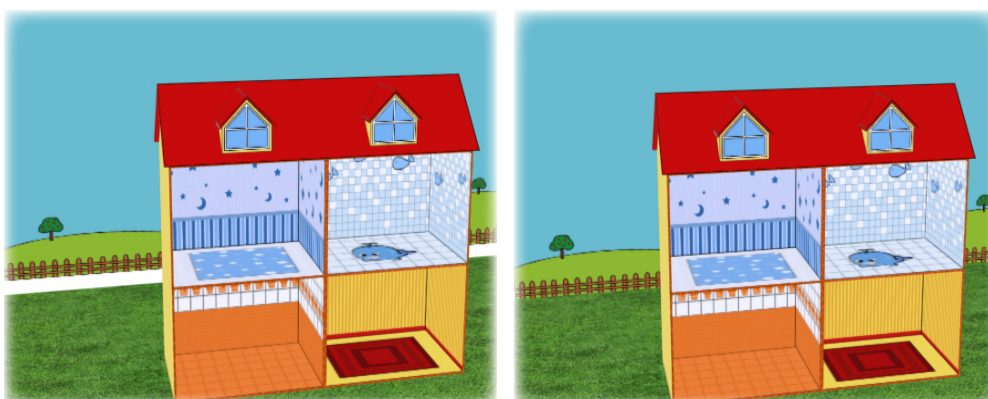


Imagen c.172. Texturas del plano de fondo antes y después de aplicar el UVW Map.

El escenario ya está modelado y las texturas aplicadas (ver imagen c.173). La perspectiva final muestra la casa en su totalidad, tapando gran parte de la imagen de fondo. Tras colocar las ventanas, el fondo se visualizará mejor.



Imagen c.173. Escenario final.

OBJETOS

Se describe detalladamente todo el proceso general de texturizado llevado a cabo, tomando uno de los objetos como ejemplo. Finalmente, se muestra el resultado obtenido en cada objeto y algún caso concreto que originó problemas.

- **Mapeado.**

Se toma como ejemplo el armario modelado para el dormitorio. El primer paso es comprobar el número de subobjetos que tiene el armario, puesto que cada subobjeto tendrá su propio mapeado. Por un lado, está la estructura principal y, por otro, los tres pomos (ver imagen c.174). Sin embargo, los tres pomos son iguales, por lo que bastará con mapear sólo uno de ellos.

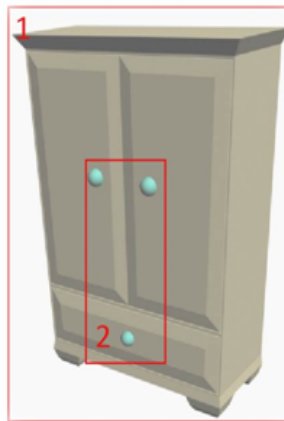


Imagen c.174. Dos subobjetos diferenciados en el armario.

Se selecciona uno de los subobjetos y se le aplica el modificador *Unwrap UVW*. En las opciones del modificador, se activa la opción *Edit*. Se abre una ventana donde aparece el mapeado por defecto del elemento (ver imagen c.175).

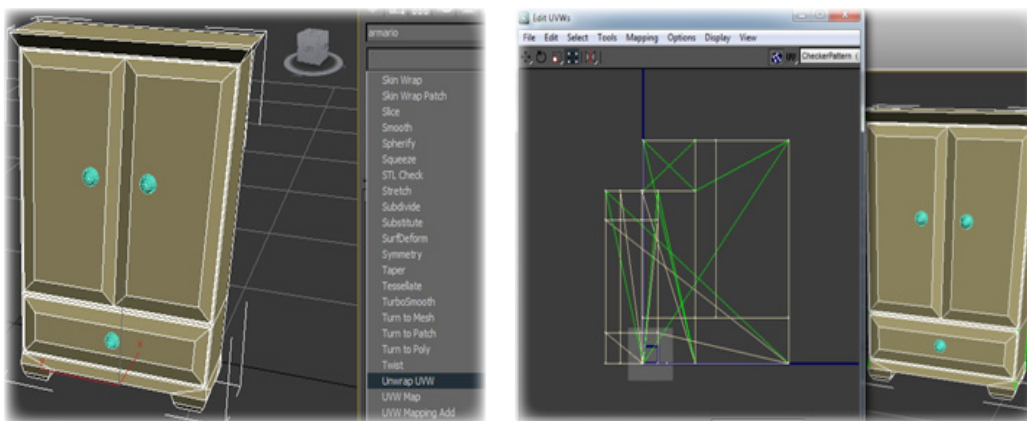


Imagen c.175. Mapeado por defecto.

Como ya se ha visto con el escenario, el mapeado por defecto no es adecuado para realizar la textura, por lo que es necesario editarlo. Para ello, se seleccionan por grupos las caras del objeto. En este caso, se utiliza la opción *Quick planar map* (como ya se hizo para el mapeado del tejado), ya que las caras tienen múltiples orientaciones (ver imagen c.176).



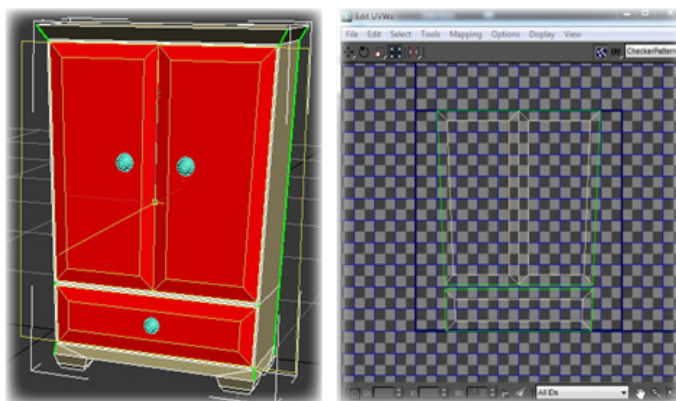


Imagen c.176. Mapeado de varias caras con la opción *Quick planar map*.

Se realiza el mismo proceso con las diferentes caras del objeto, teniendo en cuenta su orientación. Las caras contiguas se pueden unir, soldando los vértices mediante el comando *Target Weld* dentro de la ventana de edición del mapeado. De esta forma, se unifican algunos polígonos, originando un mapeado más sencillo de pintar (ver imágenes c.177 y c.178).

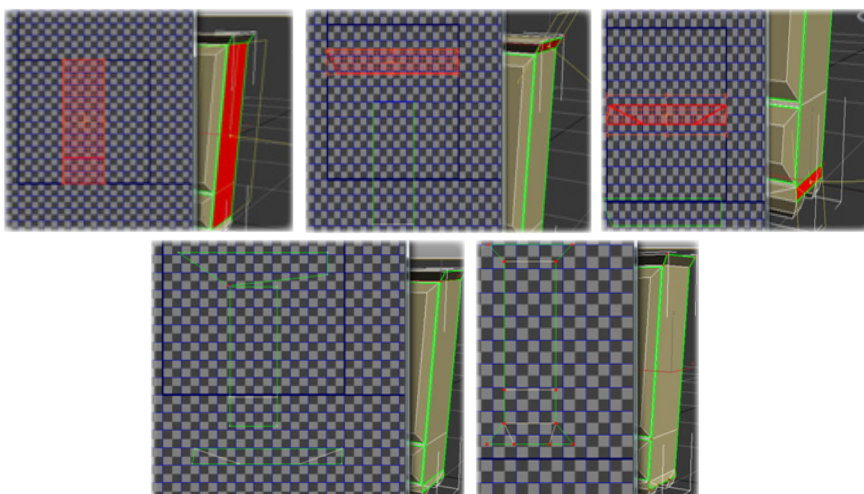


Imagen c.177. Mapeado de tres caras contiguas y soldado de los puntos.

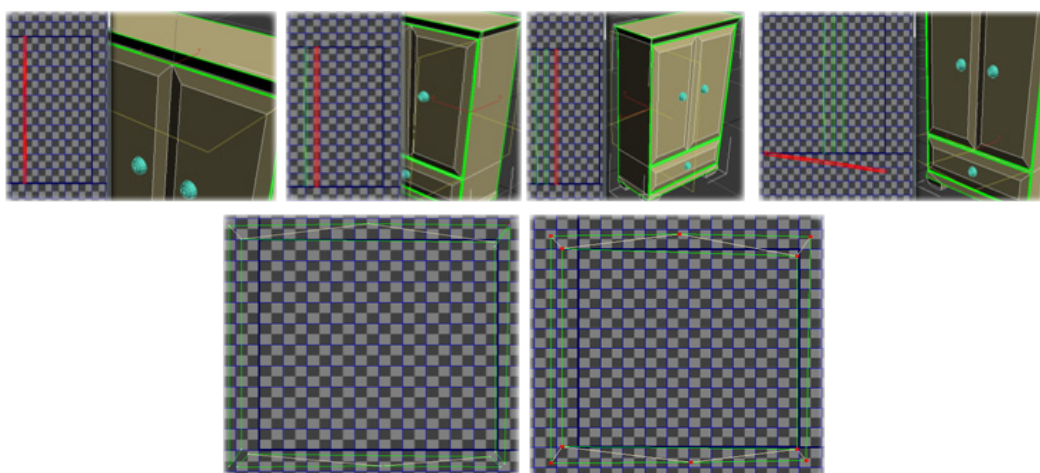


Imagen c.178. Mapeado de cuatro caras contiguas y soldado de los puntos.

En partes más complejas, en este caso las patas del armario, se aplica la opción *Pelt*. Esta opción permite obtener el mapeado de superficies orgánicas o superficies de polígonos con diferentes orientaciones, creando un corte mediante la selección de varios segmentos (ver imagen c.179).

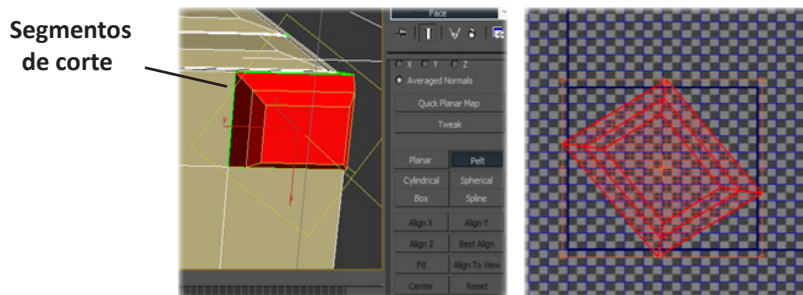


Imagen c.179. Selección de segmentos de corte y aplicación de la opción *Pelt*.

Una vez mapeados todos los polígonos del objeto, se colocan ordenadamente dentro del cuadrado azul (ver imagen c.180) y se guarda como ya se ha descrito anteriormente.

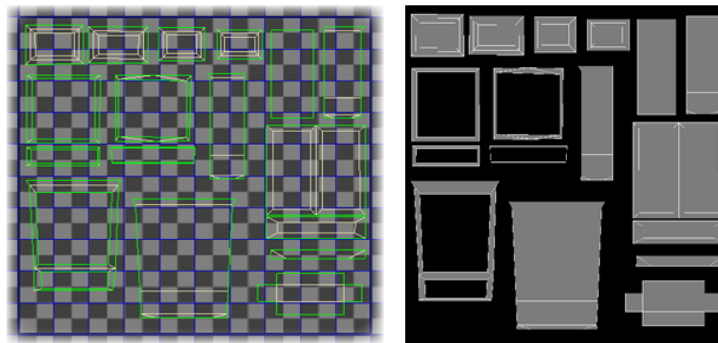


Imagen c.180. Mapeado del armario.

Se sigue el mismo proceso en el mapeado del otro sub-objeto, el pomo (ver imagen c.181).

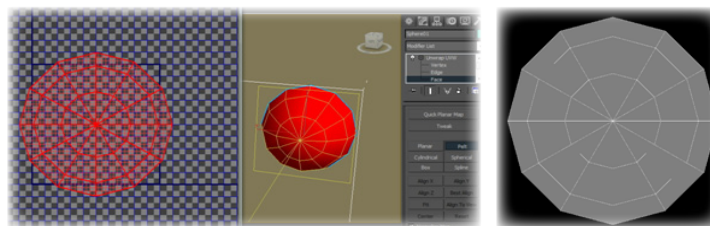


Imagen c.181. Mapeado del pomo.

- **Texturas.**

Se crean tres texturas diferentes para cada objeto, empleando colores planos y similares en todos los objetos pertenecientes a una misma habitación y adaptándolos a los colores de la propia habitación, con el fin de que estén relacionados entre sí. De esta forma, el niño podrá relacionar los objetos y la habitación con un mismo color.

Aquí se muestra una de las texturas. Para ver las tres texturas finales con la iluminación ya aplicada, ir al apartado Resultados.



Tras colorear una superficie con Photoshop, se añaden los bordes negros en los segmentos correctos. Para ello, generalmente, se modifica el estilo de capa, añadiendo un borde negro de un grosor más o menos adecuado y en posición central (ver imagen c.182, izqda.). En otros casos, cuando los segmentos son interiores, se añade el borde con la herramienta *Línea* de Photoshop (ver imagen c.182, dcha.).

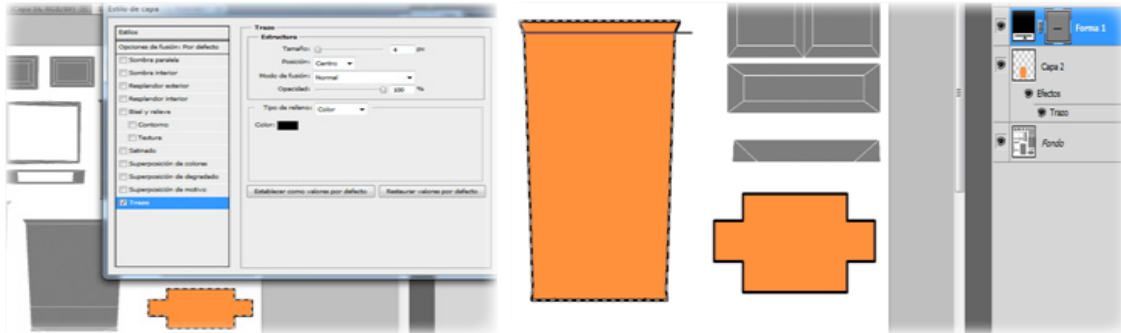


Imagen c.182. Bordes negros añadidos con estilo de capa (izqda.) y con la herramienta *Línea* (dcha.)

Tras terminar de pintar todas las caras, se guarda el archivo en .PNG (ver imagen c.183), como ya se ha explicado anteriormente.

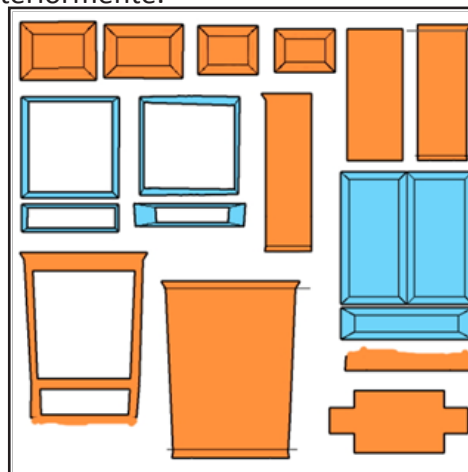


Imagen c.183. Textura del armario terminada.

Se realiza la textura del pomo siguiendo los mismos pasos (ver imagen c.184).

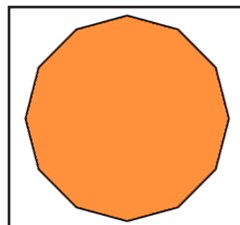


Imagen c.184. Textura del pomo.

- **Materiales.**

Una vez creadas las texturas, se aplican como materiales. Para ello, en el panel de materiales se crean tantos materiales como texturas utilizadas, en este caso dos.



Para asignar las texturas se pobró a utilizar el material *Ink'n Paint*, que permite asemejar los objetos a dibujos animados añadiéndoles sombras y bordes, siendo innecesario llevar a cabo el paso de mapeado del objeto. Se comprobó el resultado en uno de los objetos modelados (ver imagen c.185, izqda.), pero al exportar el objeto con la herramienta Flare 3D, el material desaparecía (ver imagen c.185, dcha.), por lo que tuvo que ser descartado.

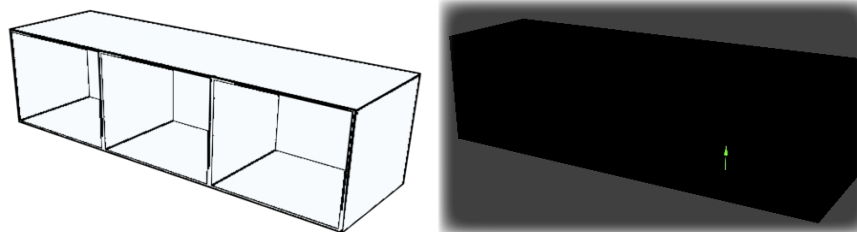


Imagen c.185. Objeto con material *Ink'n Paint* (izqda.) y objeto exportado con Flare 3D (dcha.)

Para asignar las texturas se crean materiales estándar. En el apartado *Diffuse* se selecciona la opción *Bitmap* y se añade la imagen mapeada y texturizada (ver imagen c.186).

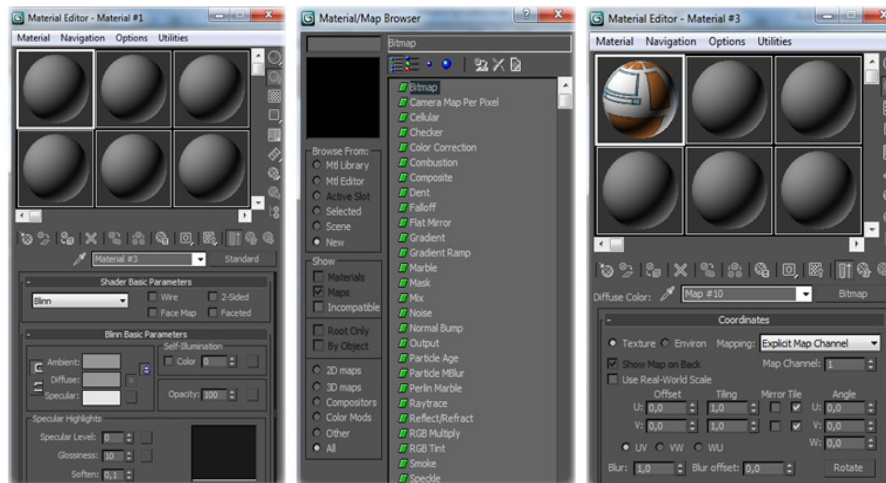
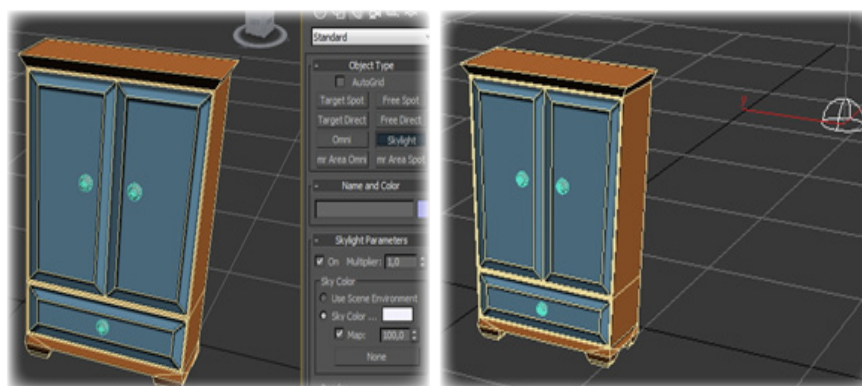


Imagen c.186. Creación de material estándar con *Bitmap*.

Tras crear los dos materiales, se aplican al sub-objeto correspondiente y se comprueba que las texturas sean correctas, especialmente que los bordes negros estén bien colocados y con el grosor adecuado. Se añade la luz *Skylight* y se realiza un render (ver imagen c.187).



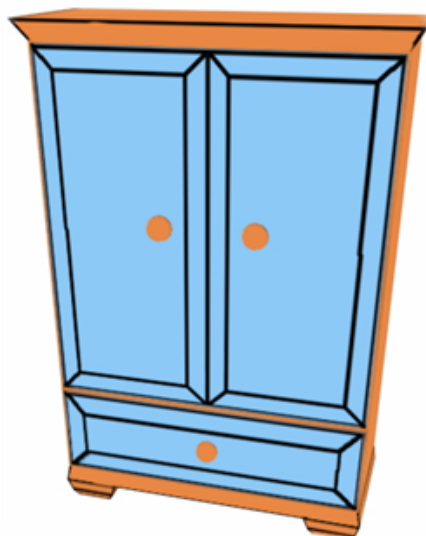


Imagen c.187. Luz añadida y aplicación de materiales.

Si se observan errores en alguna textura, es necesario modificarla y comprobar de nuevo hasta que esté totalmente correcta. En este caso, los bordes negros son demasiado gruesos, por lo que se disminuye el tamaño del trazo (ver imagen c.188).

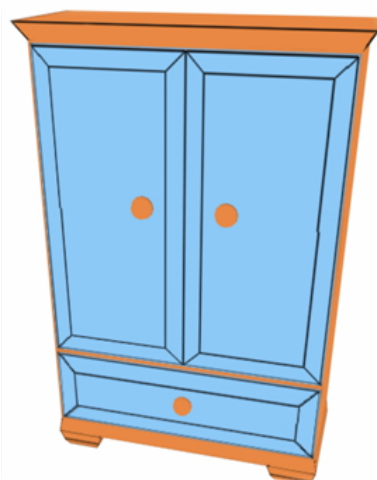


Imagen c.188. Textura con bordes de menor grosor.

Tras reducir el grosor, se observan algunos segmentos irregulares (ver imagen c.189). Para eliminarlos, se decide rehacer el mapeado y alinear todos los segmentos en vertical y horizontal para que no estén inclinados (ver imagen c.190).

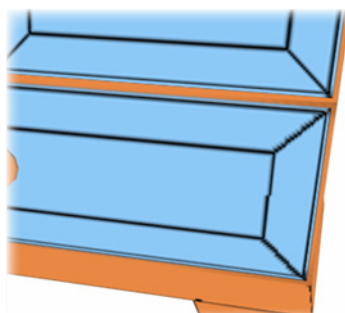


Imagen c.189. Segmentos defectuosos.



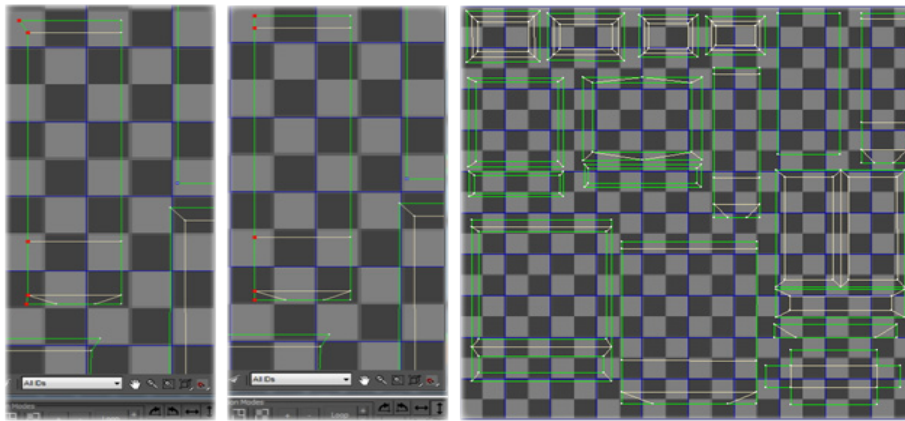


Imagen c.190. Alineación de segmentos inclinados.

Tras corregir el mapeado, se realiza de nuevo la textura y se aplica al objeto (ver imagen c.191).

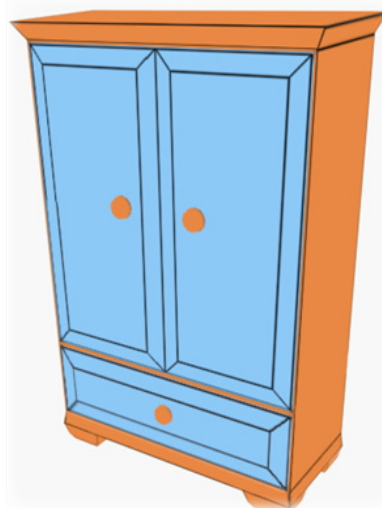


Imagen c.191. Armario con la textura correctamente aplicada.

A continuación, se muestran todos los objetos ya texturizados siguiendo el proceso descrito. Se explica más detalladamente algún caso especial.

Cómoda (ver imágenes c.192 y c.193).

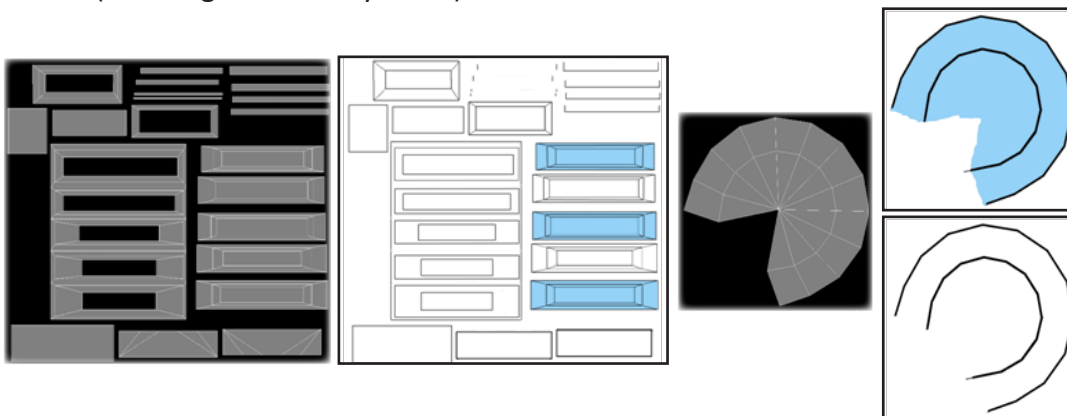


Imagen c.192. Mapeado y textura de la cómoda. Cómoda (izqda.) y pomo (dcha.).





Imagen c.193. Cómoda con la textura aplicada.

Mesa infantil (ver imágenes c.194 y c.195).

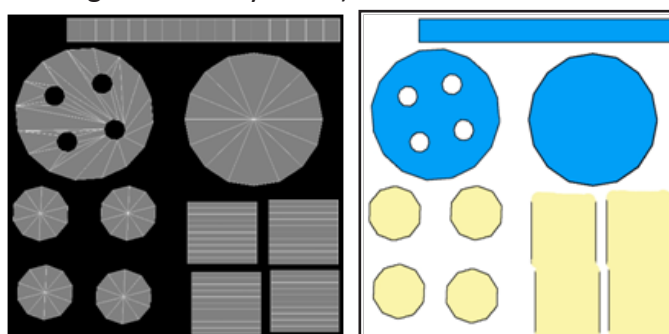


Imagen c.194. Mapeado y textura de la mesa infantil.



Imagen c.195. Mesa infantil con la textura aplicada.

Silla infantil (ver imágenes c.196 y c.197).

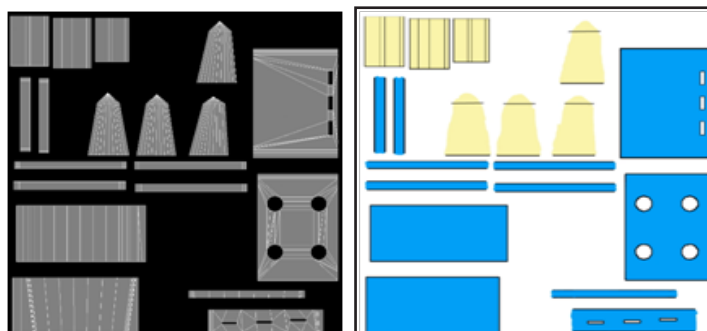


Imagen c.196. Mapeado y textura de la silla infantil.



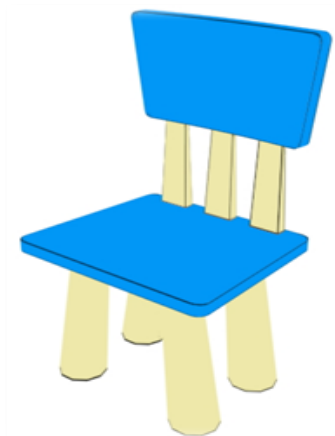


Imagen c.197. Silla infantil con la textura aplicada.

Mesilla de noche (ver imágenes c.198 y c.199).

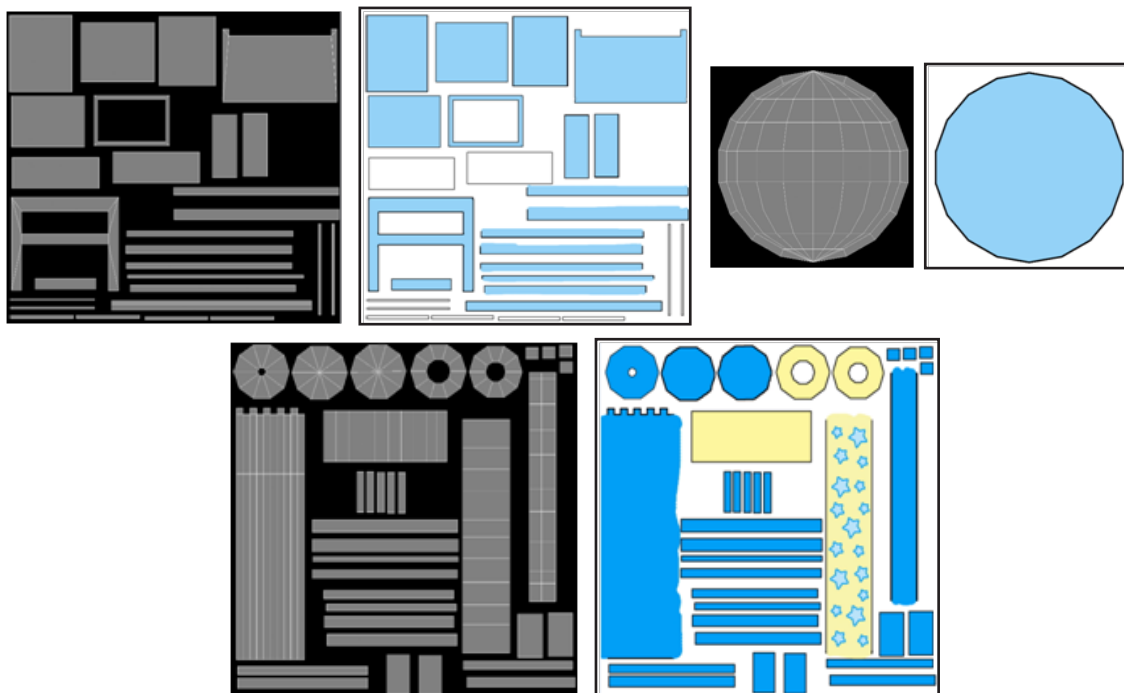


Imagen c.198. Mapeado y textura de la mesilla de noche.
Arriba: mesilla (izqda.) y pomo (dcha.). Abajo: lámpara.



Imagen c.199. Mesilla de noche con la textura aplicada.



Cama (ver imágenes c.200 y c.201).

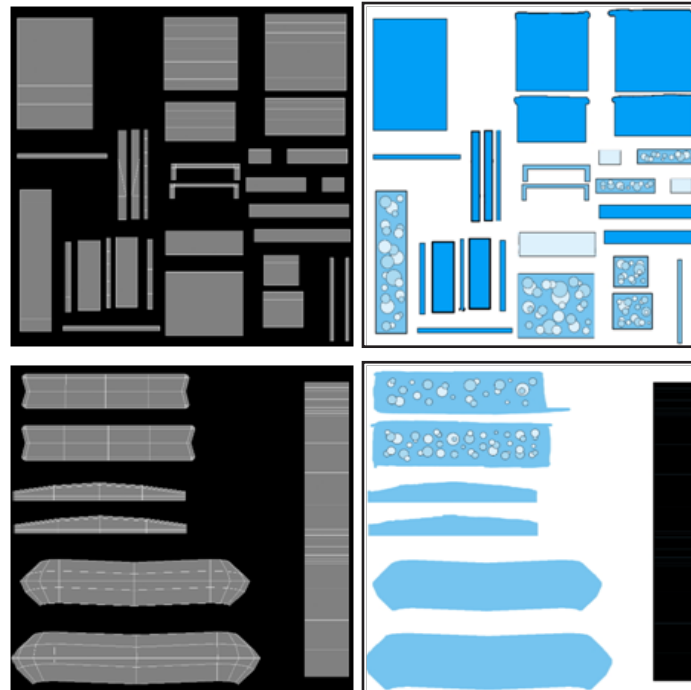


Imagen c.200. Mapeado y textura de la cama. Arriba: cama. Abajo: almohada.

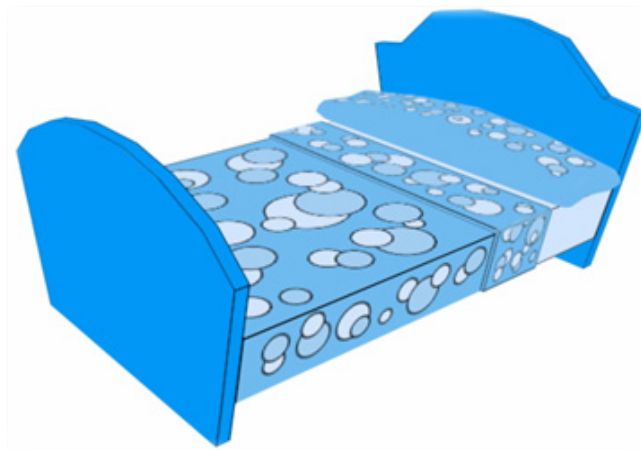
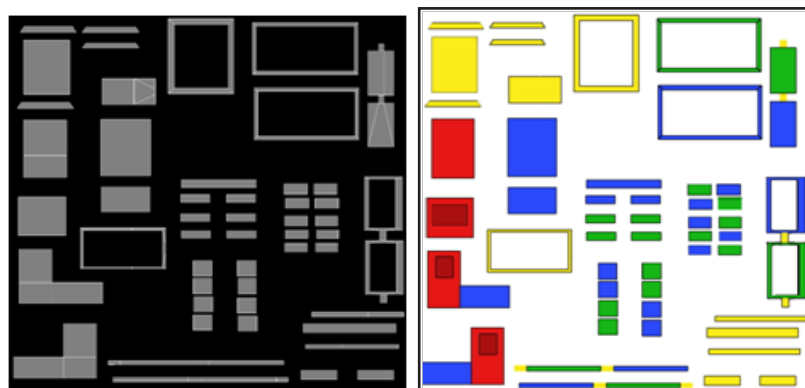


Imagen c.201. Cama con la textura aplicada.

Tren de juguete (ver imágenes c.202 y c.203).



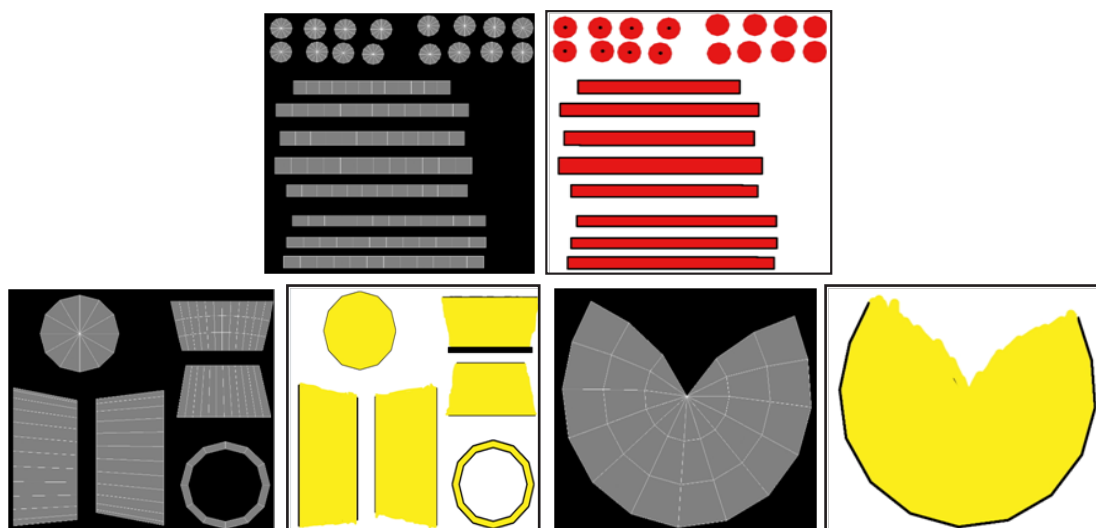


Imagen c.202. Mapeado y textura del tren. Arriba: tren. Centro: ruedas. Abajo: chimenea (izqda.) y faro (dcha.).

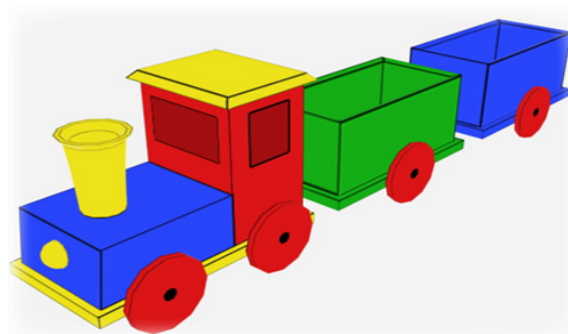


Imagen c.203. Tren con la textura aplicada.

Lámpara-dormitorio (ver imágenes c.204 y c.205).

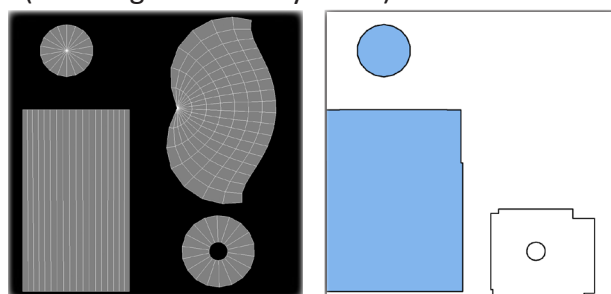


Imagen c.204. Mapeado y textura de la lámpara de la habitación.

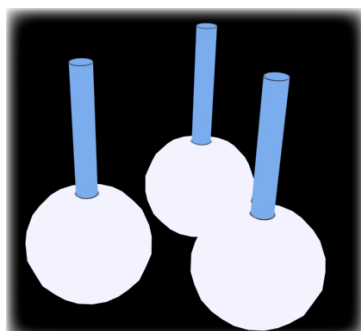


Imagen c.205. Lámpara de la habitación con la textura aplicada.



Estantería (ver imágenes c.206 y c.207).

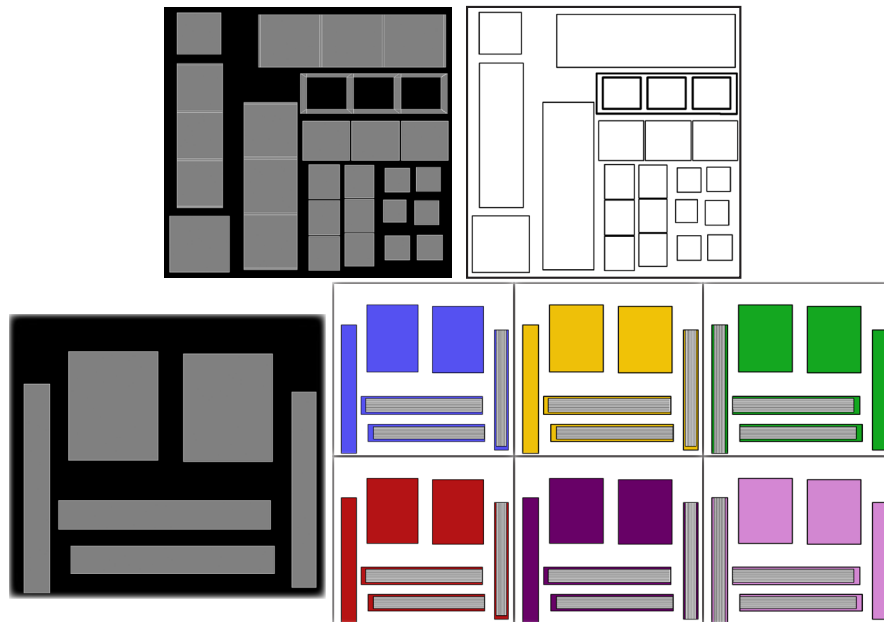


Imagen c.206. Mapeado y textura de la estantería. Arriba: estantería. Abajo: libro.

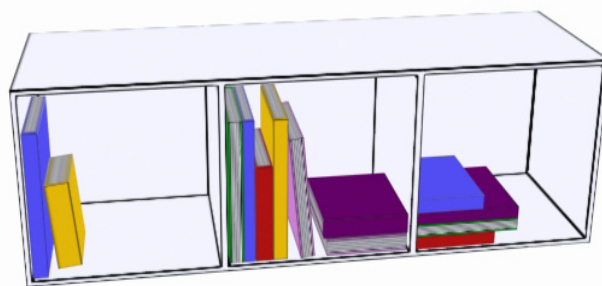


Imagen c.207. Estantería con la textura aplicada.

Ventana-dormitorio (ver imágenes c.208 y c.209).

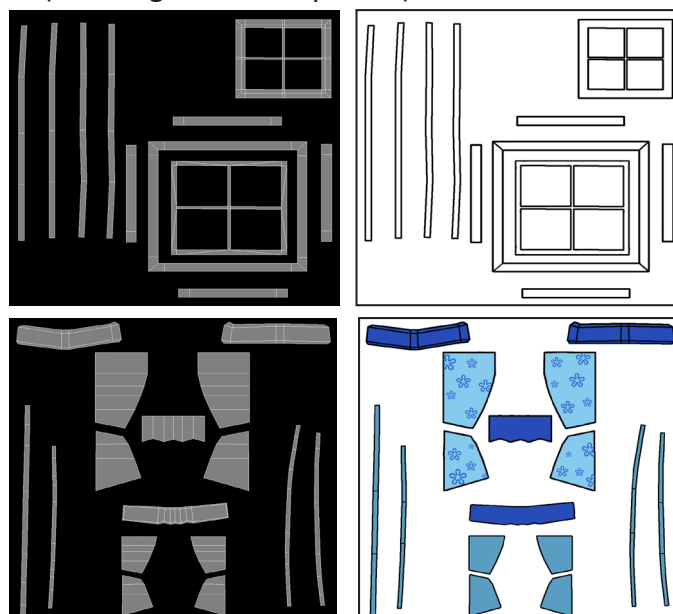


Imagen c.208. Mapeado y textura de la ventana del dormitorio. Arriba: marco. Abajo: cortina.

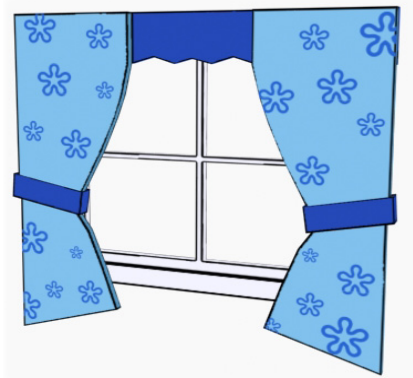


Imagen c.209. Ventana del dormitorio con la textura aplicada.

Mesa de comedor (ver imágenes c.210 y c.211).

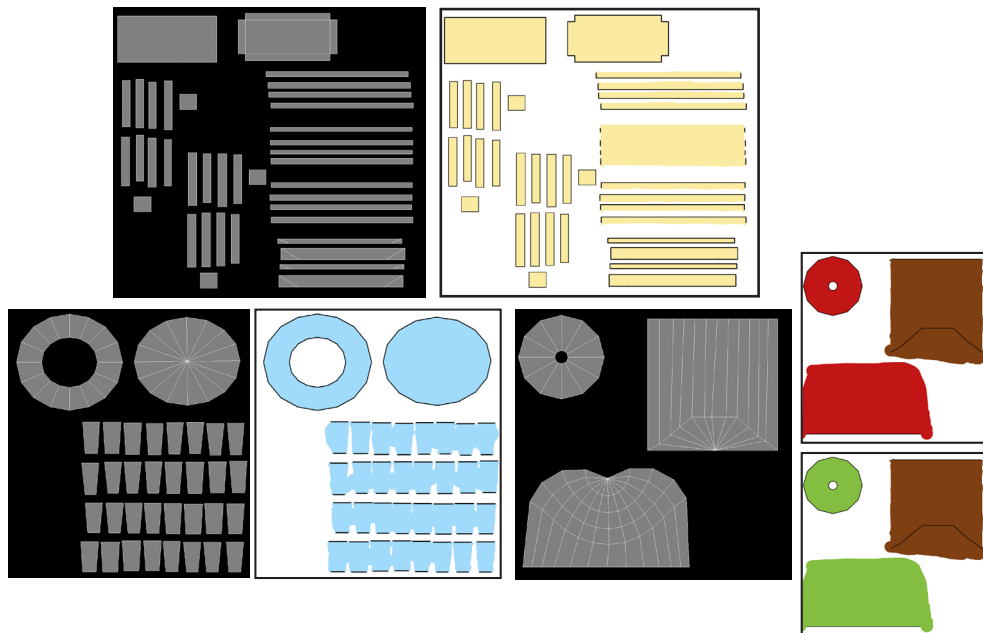


Imagen c.210. Mapeado y textura de la mesa de comedor.
Arriba: mesa. Abajo: cuenco (izqda.) y manzana (dcha.).

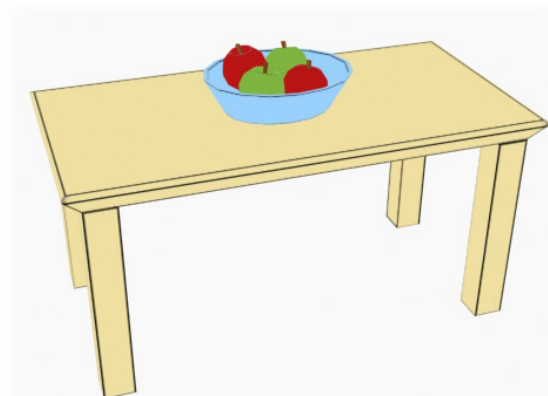


Imagen c.211. Mesa de comedor con la textura aplicada.



Silla de comedor (ver imágenes c.212 y c.213).

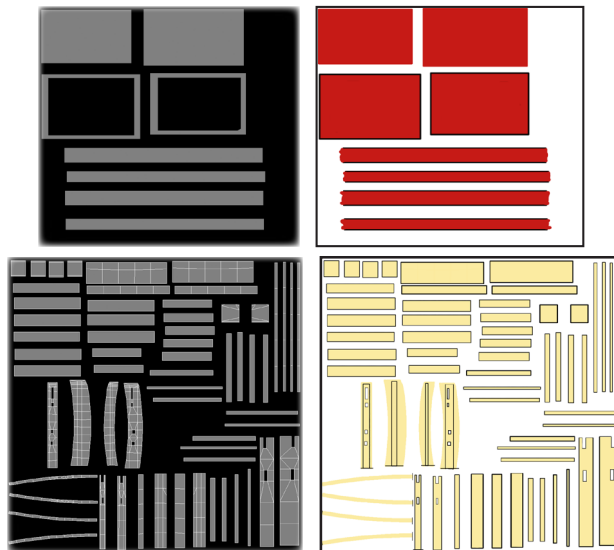


Imagen c.212. Mapeado y textura de la silla de comedor. Arriba: asiento. Abajo: silla.



Imagen c.213. Silla de comedor con la textura aplicada.

Mesa central (ver imágenes c.214 y c.215).

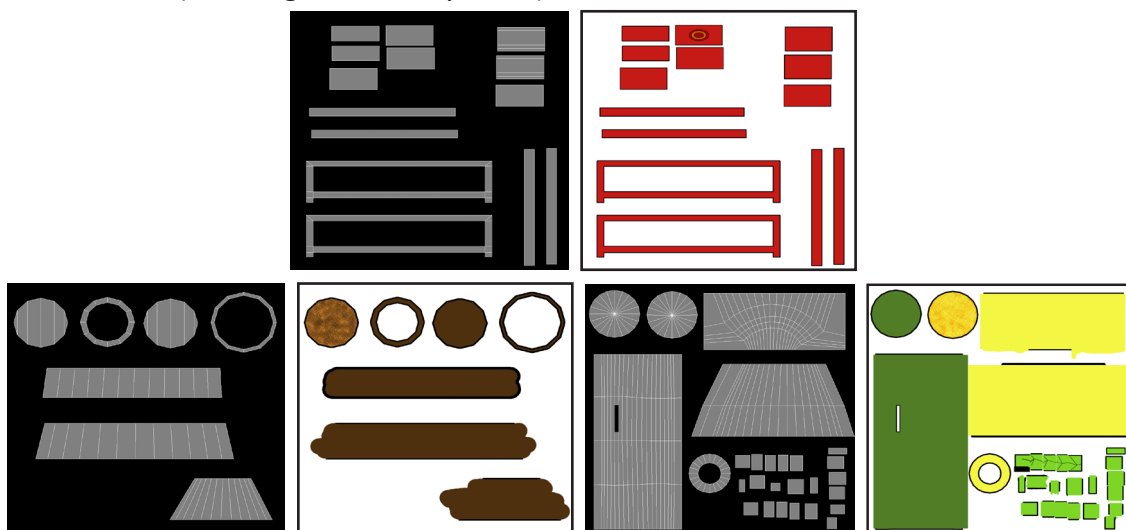


Imagen c.214. Mapeado y textura de la mesa central.
Arriba: mesa. Abajo: maceta (izqda.) y flor (dcha.).



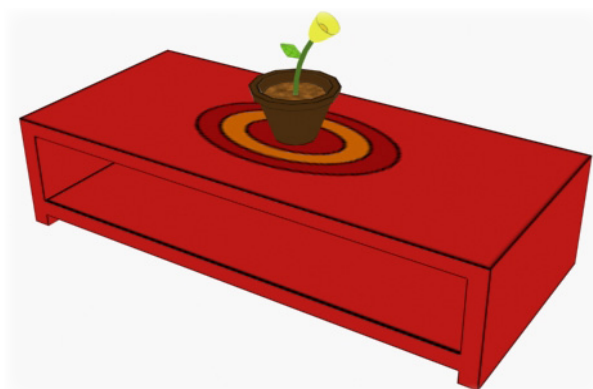


Imagen c.215. Mesa central con la textura aplicada.

Mesa de televisión (ver imágenes c.216 y c.217).

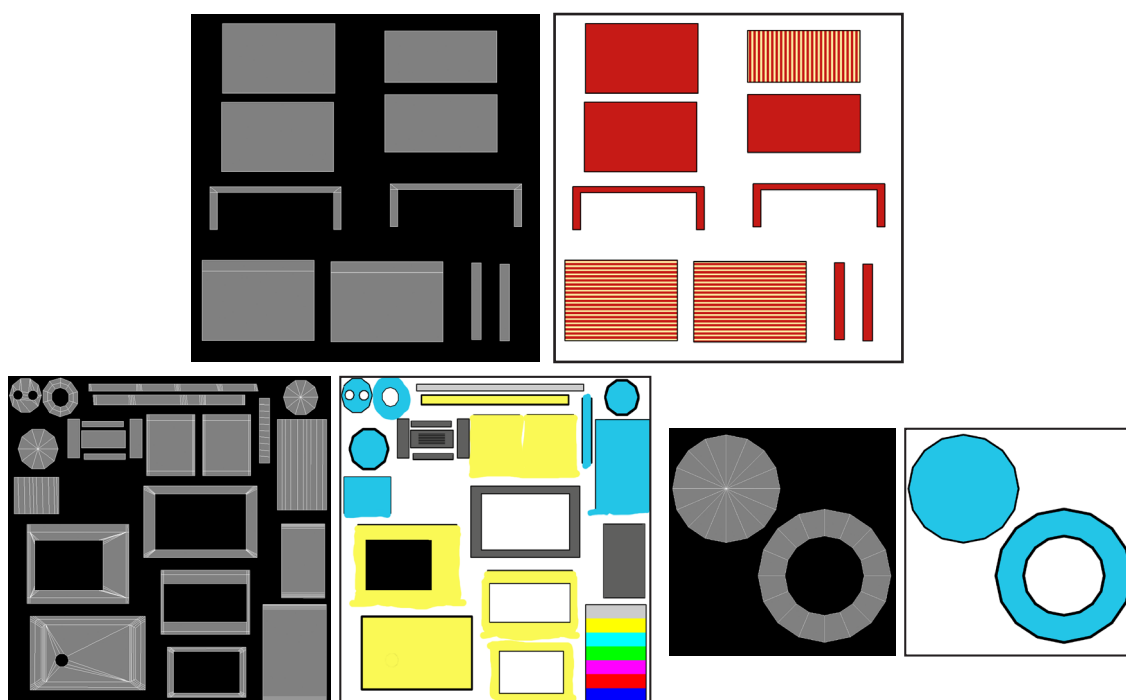


Imagen c.216. Mapeado y textura de la mesa de televisión.
Arriba: mesa. Abajo: televisión (izqda.) y botón (dcha.).

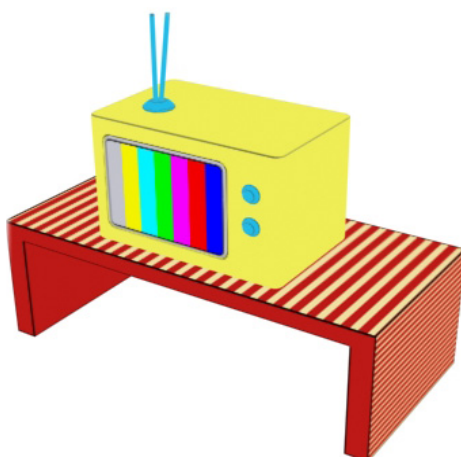


Imagen c.217. Mesa de televisión con la textura aplicada.



Sofá (ver imágenes c.218 y c.219).

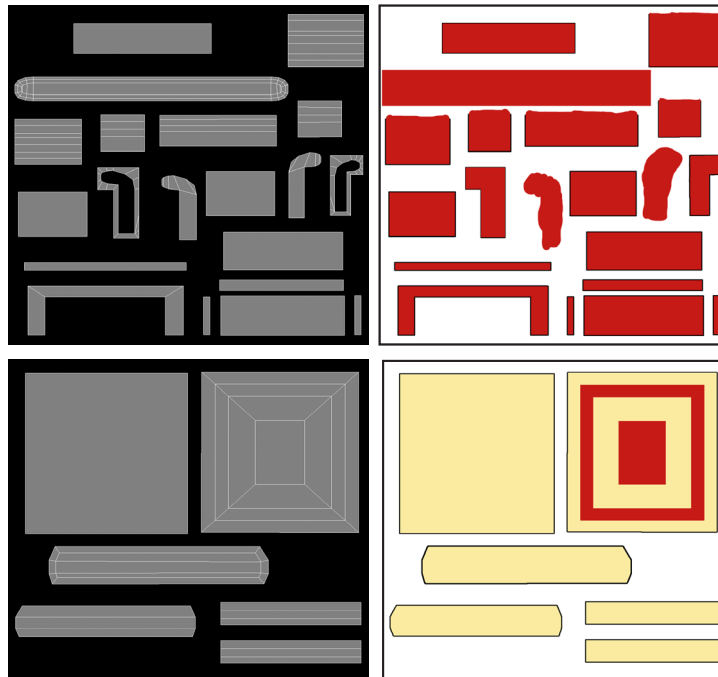


Imagen c.218. Mapeado y textura del sofá.
Arriba: sofá. Abajo: cojín.

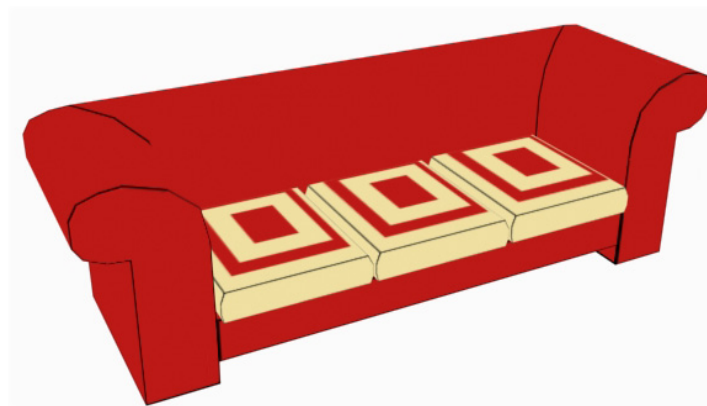


Imagen c.219. Sofá con la textura aplicada.

Sillón (ver imágenes c.220 y c.221).

El cojín es el mismo que el del sofá, por lo que no es necesario volver a texturizarlo.

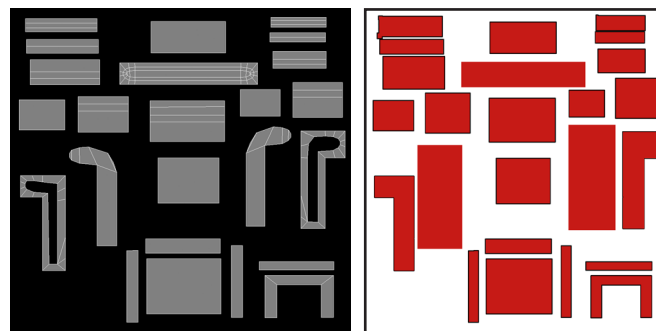


Imagen c.220. Mapeado y textura del sillón.



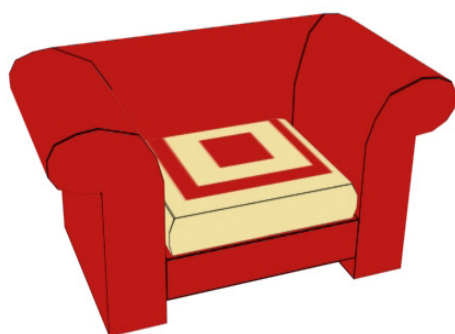


Imagen c.221. Sillón con la textura aplicada.

Lámpara-salón (ver imágenes c.222 y c.223).

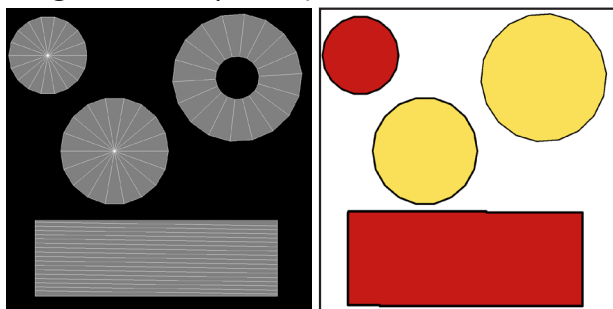


Imagen c.222. Mapeado y textura de la lámpara del salón.

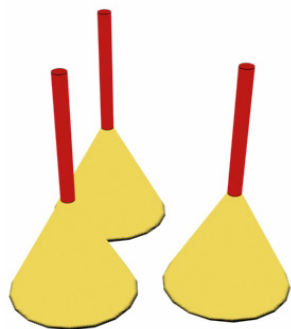


Imagen c.223. Lámpara del salón con la textura aplicada.

Cuadro (ver imágenes c.224 y c.225).

Las texturas de los cuadros se realizan con dos imágenes vectoriales. Se cambian los colores y se retocan con Adobe Photoshop.

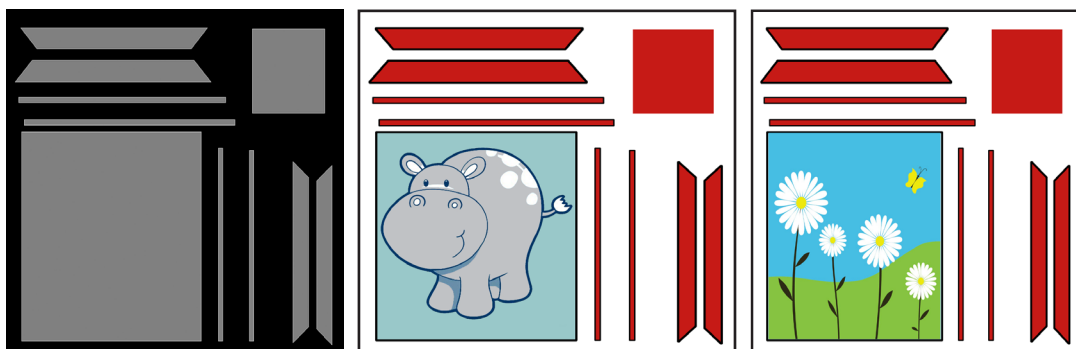


Imagen c.224. Mapeado y texturas del cuadro.



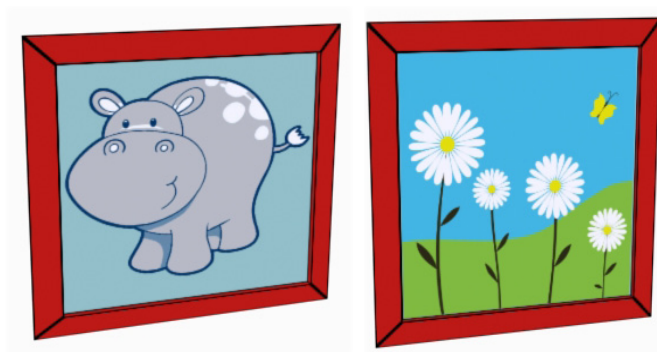


Imagen c.225. Cuadros con la textura aplicada.

Ventana-salón (ver imágenes c.226 y c.227).

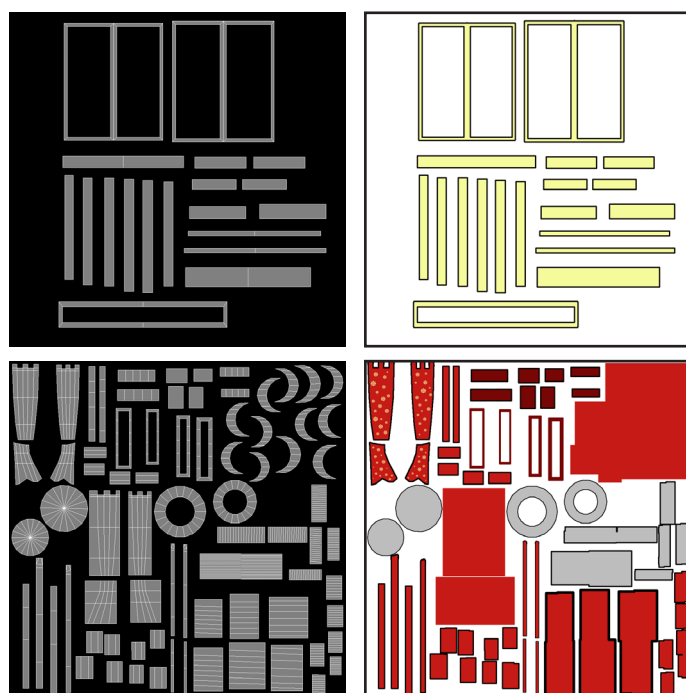


Imagen c.226. Mapeado y textura de la ventana del salón.
Arriba: marco. Abajo: cortina.



Imagen c.227. Ventana del salón con la textura aplicada.

Nevera (ver imágenes c.228 y c.229).

Se añaden dos imágenes que simulan dibujos de niños en las puertas de la nevera.

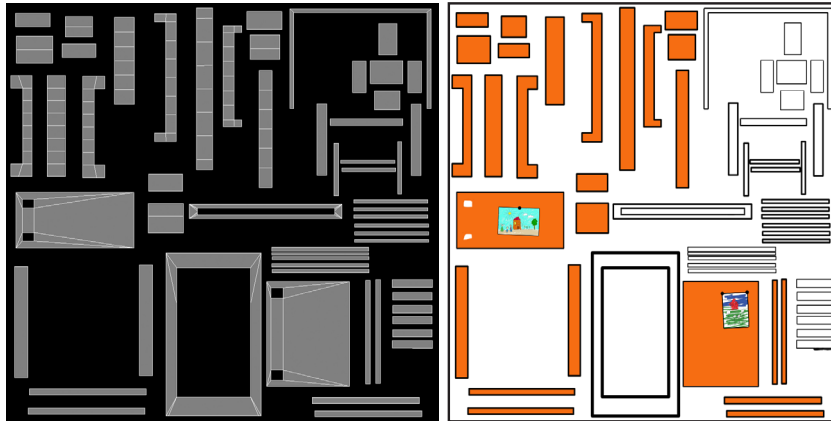


Imagen c.228. Mapeado y texturas de la nevera.



Imagen c.229. Nevera con la textura aplicada.

Lavadora

Al aplicar la textura en la lavadora se comprobó que los bordes negros de la puerta circular quedaban muy irregulares (ver imagen c.230). Fue necesario repetir el mapeado y alinear los vértices de esa zona.

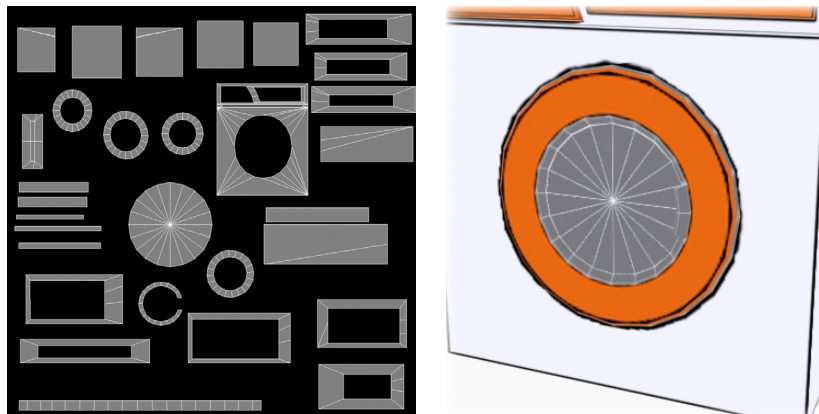


Imagen c.230. Mapeado inicial y aplicación de la textura defectuosa en la lavadora.



Se muestran el mapeado y el resultado final en las imágenes c.231 y c.232 respectivamente.

En el cristal de la puerta de la lavadora se incrusta una imagen de ropa revuelta, generando la sensación de estar dando vueltas dentro de la lavadora. Esta imagen se retoca en Adobe Photoshop.

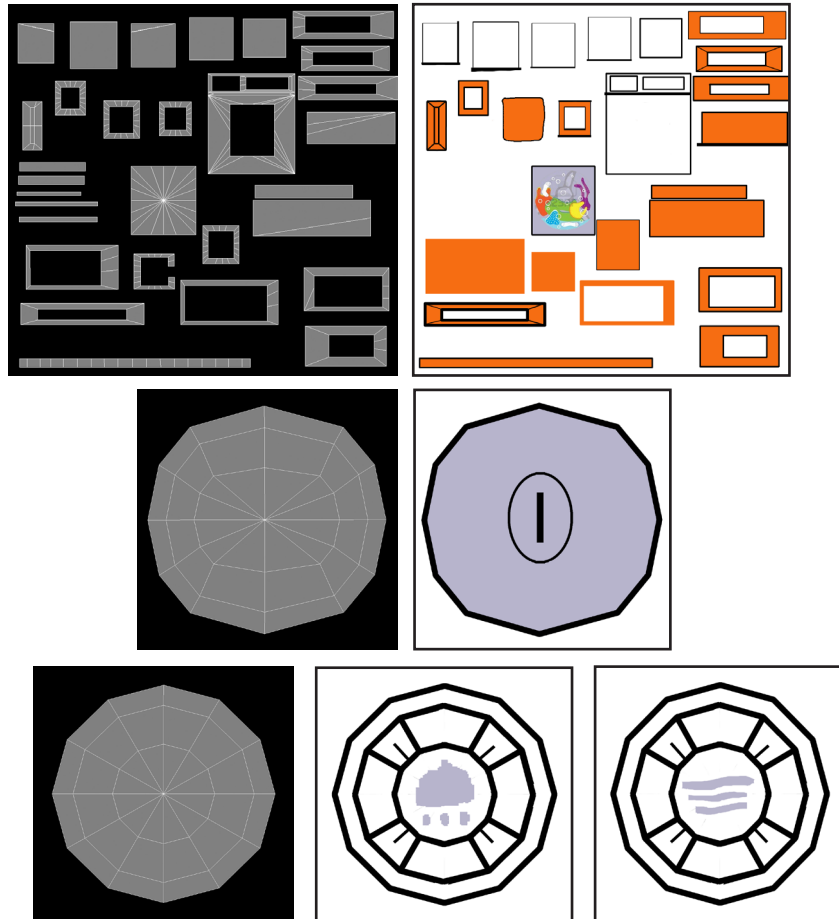


Imagen c.231. Mapeado y textura de la lavadora.

Arriba: lavadora. Centro: Botón principal. Abajo: botón secundario.



Imagen c.232. Lavadora con la textura aplicada.



Fregadero (ver imágenes c.233 y c.234).

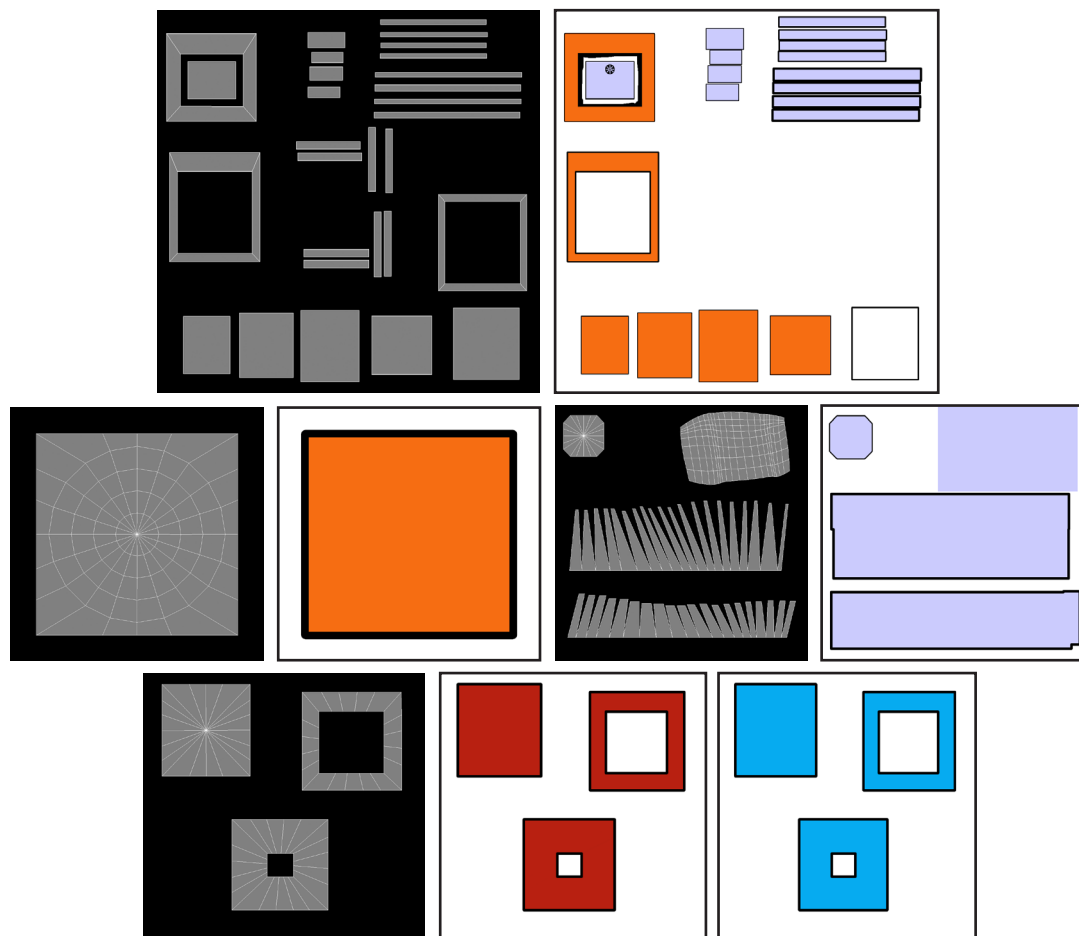


Imagen c.233. Mapeado y textura del fregadero.

Arriba: mueble. Centro: tirador (izqda.) y grifo (dcha.). Abajo: control de agua.

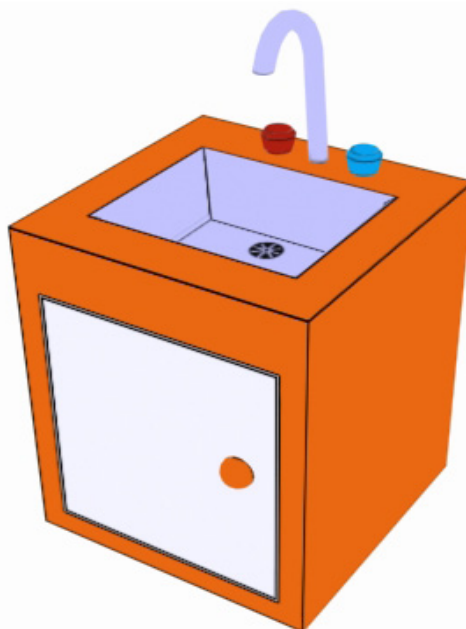


Imagen c.234. Fregadero con la textura aplicada.



Microondas (ver imágenes c.235 y c.236).

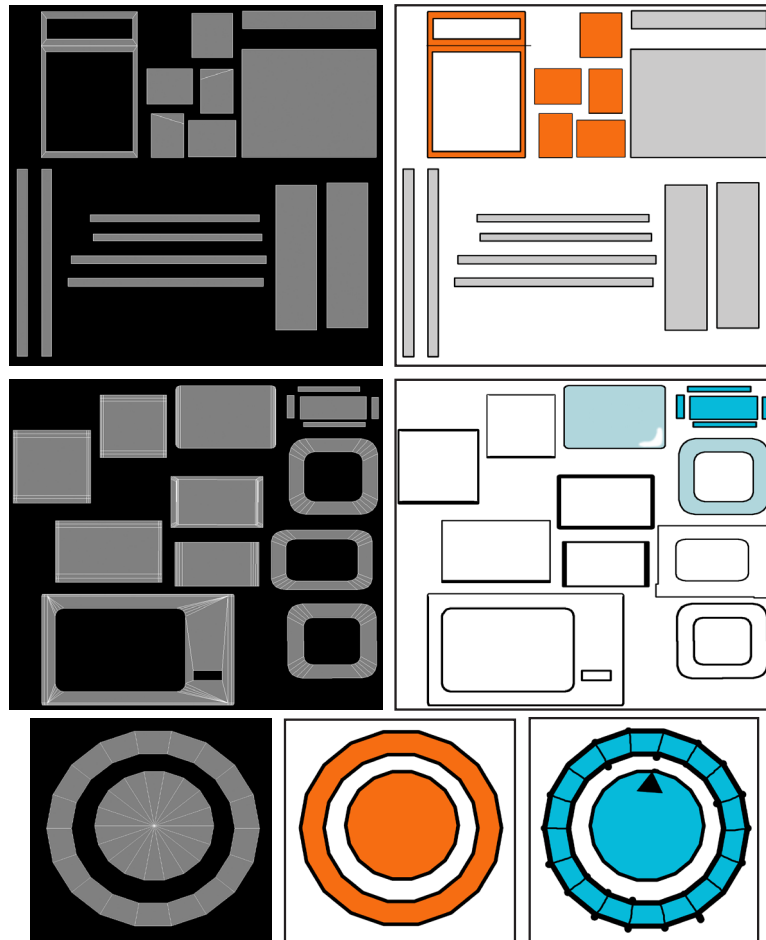


Imagen c.235. Mapeado y textura del microondas.
Arriba: mueble. Centro: microondas. Abajo: control.

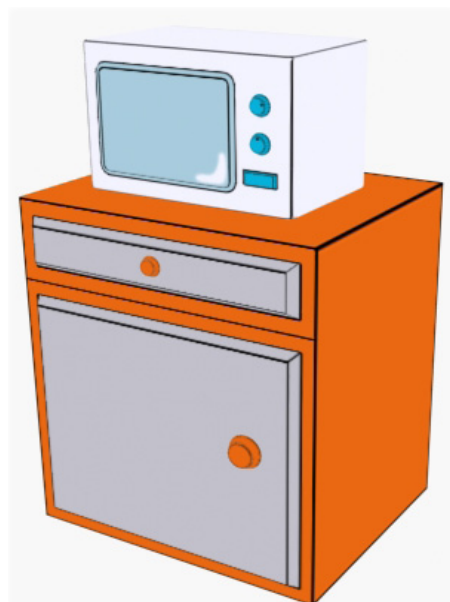


Imagen c.236. Microondas con la textura aplicada.



Horno (ver imágenes c.237 y c.238).

Se añade una imagen de un pollo en el cristal del horno. Esta imagen se crea en Adobe Illustrator y posteriormente se retoca con Photoshop.

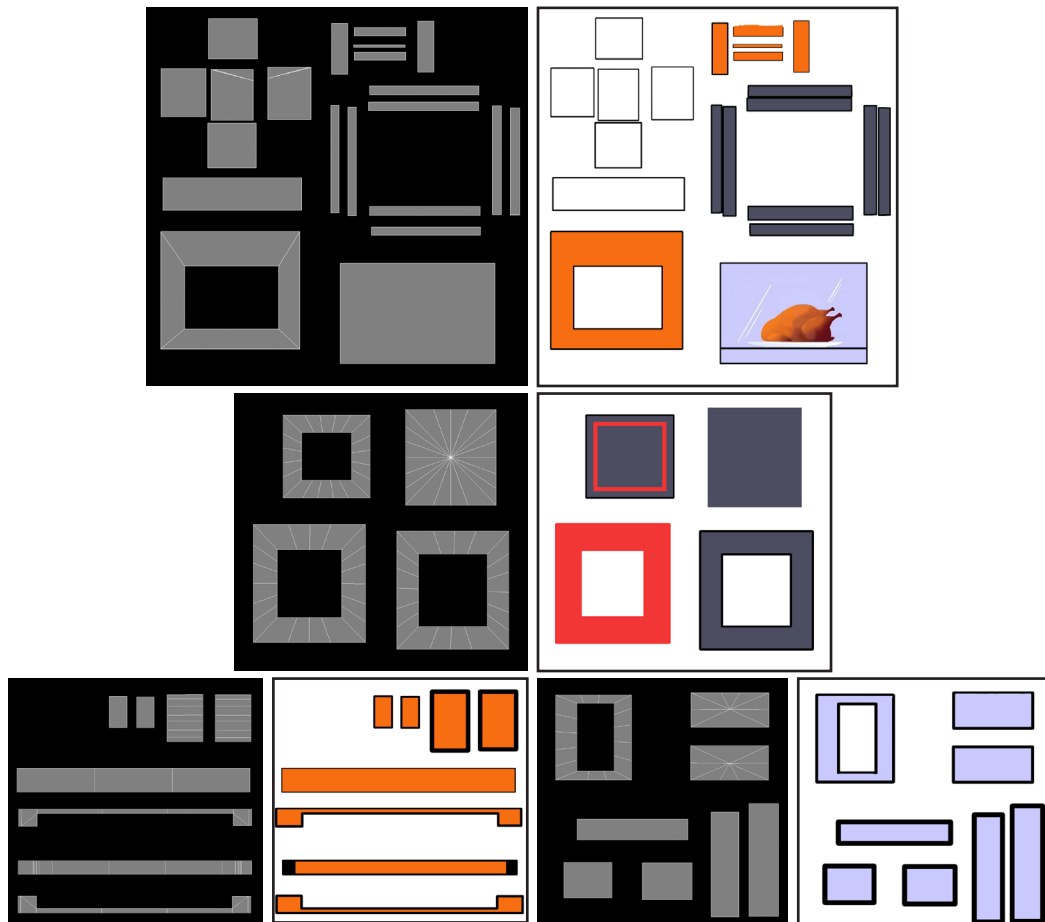


Imagen c.237. Mapeado y textura del horno.
Arriba: horno. Centro: fuego. Abajo: tirador (izqda.) y control (dcha.).



Imagen c.238. Horno con la textura aplicada.



Utensilios (ver imágenes c.239 y c.240).

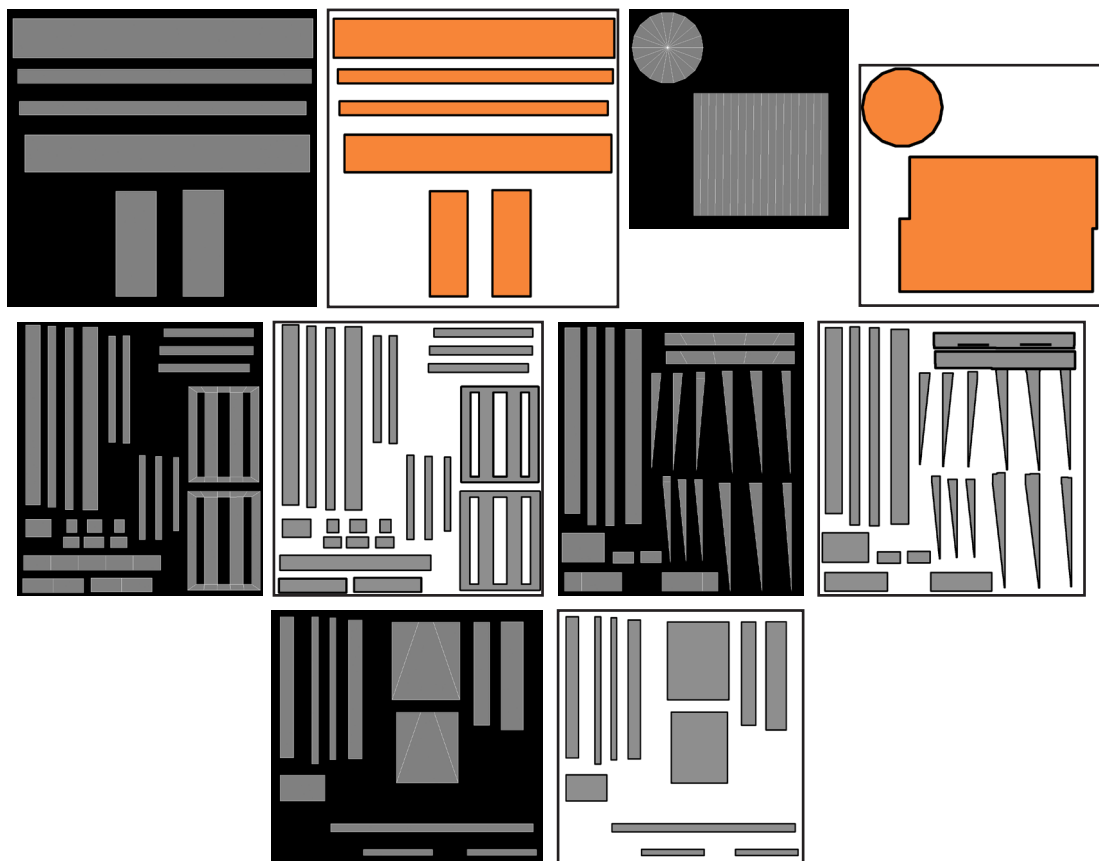


Imagen c.239. Mapeado y textura de los utensilios.
Arriba: soporte (izqda.) y saliente (dcha.). Centro: utensilios 1 y 2. Abajo: utensilio 3.

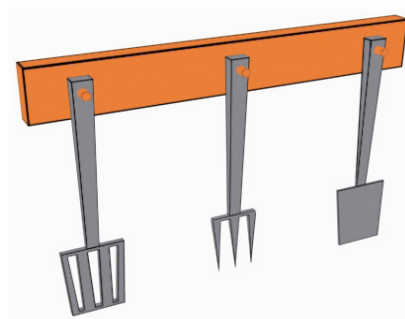
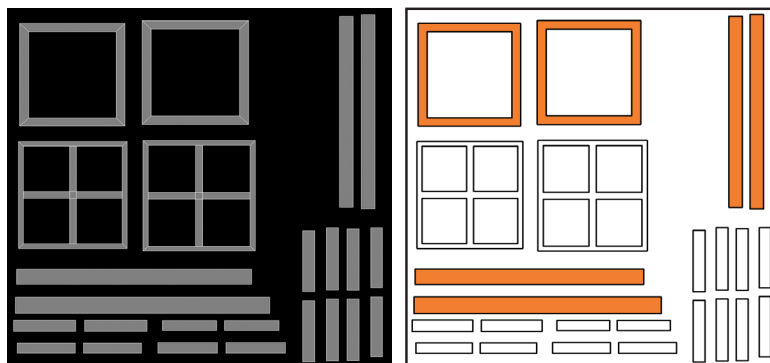


Imagen c.240. Utensilios con la textura aplicada.

Ventana - cocina (ver imágenes c.241 y c.242).



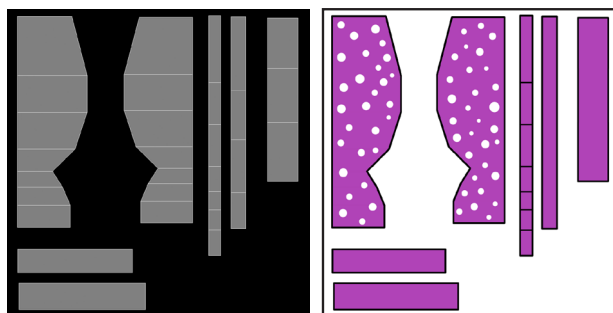


Imagen c.241. Mapeado y texturas de la ventana de la cocina.
Arriba: marco. Abajo: cortinas.



Imagen c.242. Ventana de la cocina con la textura aplicada.

Bañera (ver imágenes c.243 y c.244).

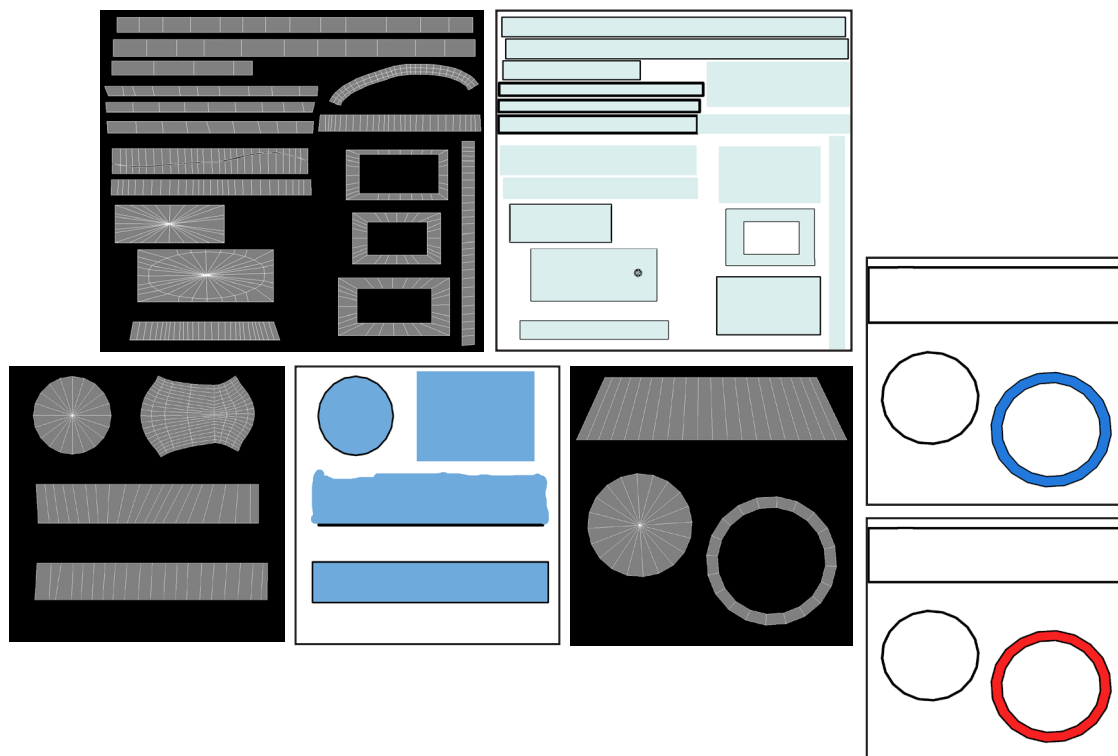


Imagen c.243. Mapeado y texturas de la bañera.
Arriba: bañera. Abajo: grifo (izqda.) y control (dcha.).



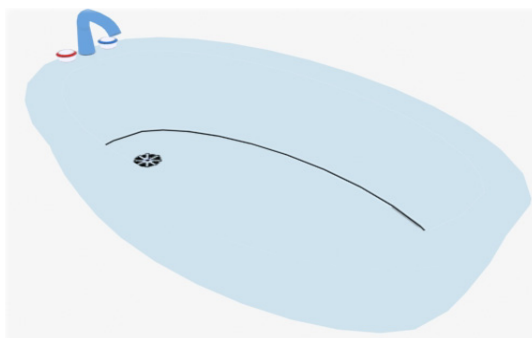


Imagen c.244. Bañera con la textura aplicada.

Lavabo (ver imágenes c.245 y c.246).

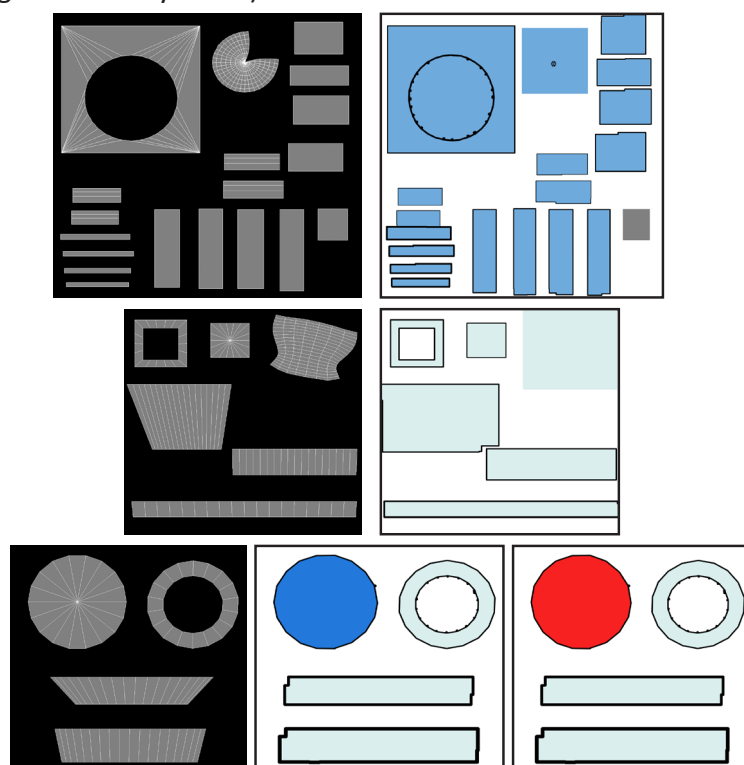


Imagen c.245. Mapeado y texturas del lavabo.
Arriba: lavabo. Centro: grifo. Abajo: control.

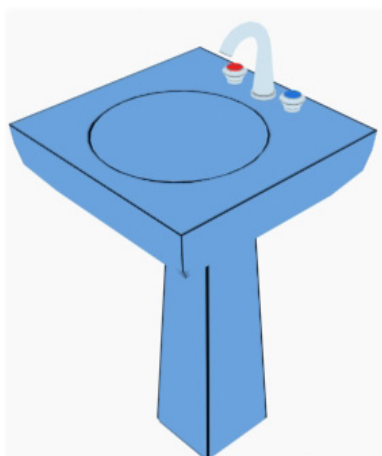


Imagen c.246. Lavabo con la textura aplicada.

Ducha (ver imágenes c.247 y c.248).

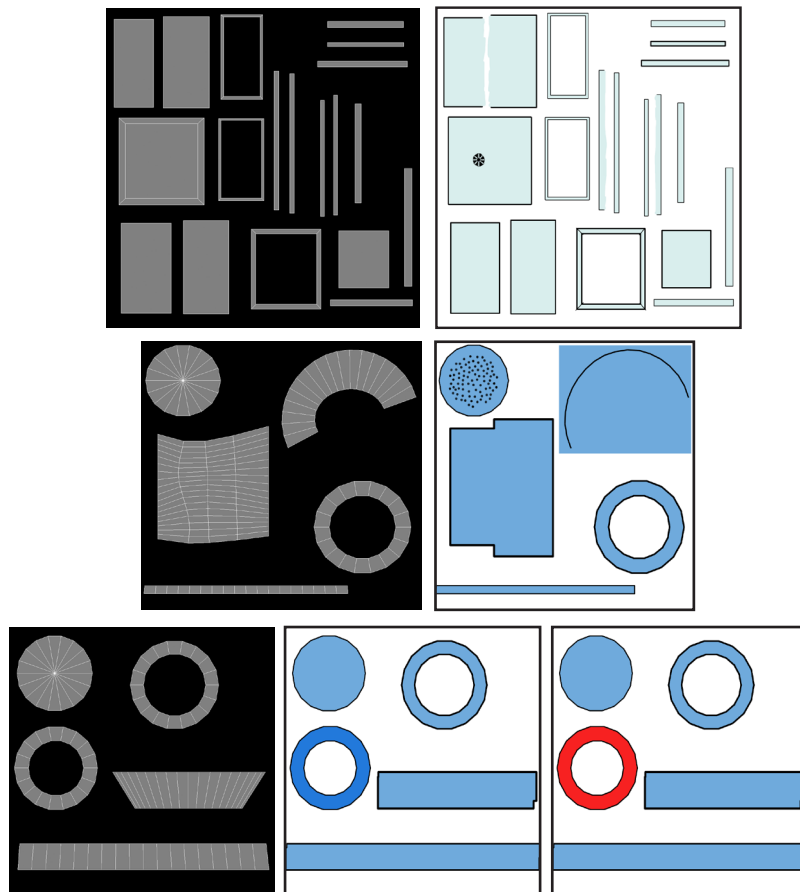


Imagen c.247. Mapeado y texturas de la ducha.
Arriba: ducha. Centro: grifo. Abajo: control.

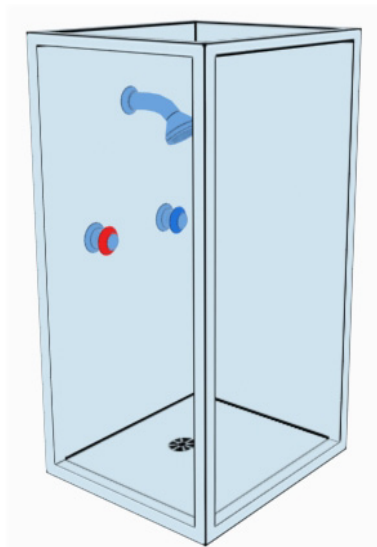


Imagen c.248. Ducha con la textura aplicada.



Bidet (ver imágenes c.249 y c.250).

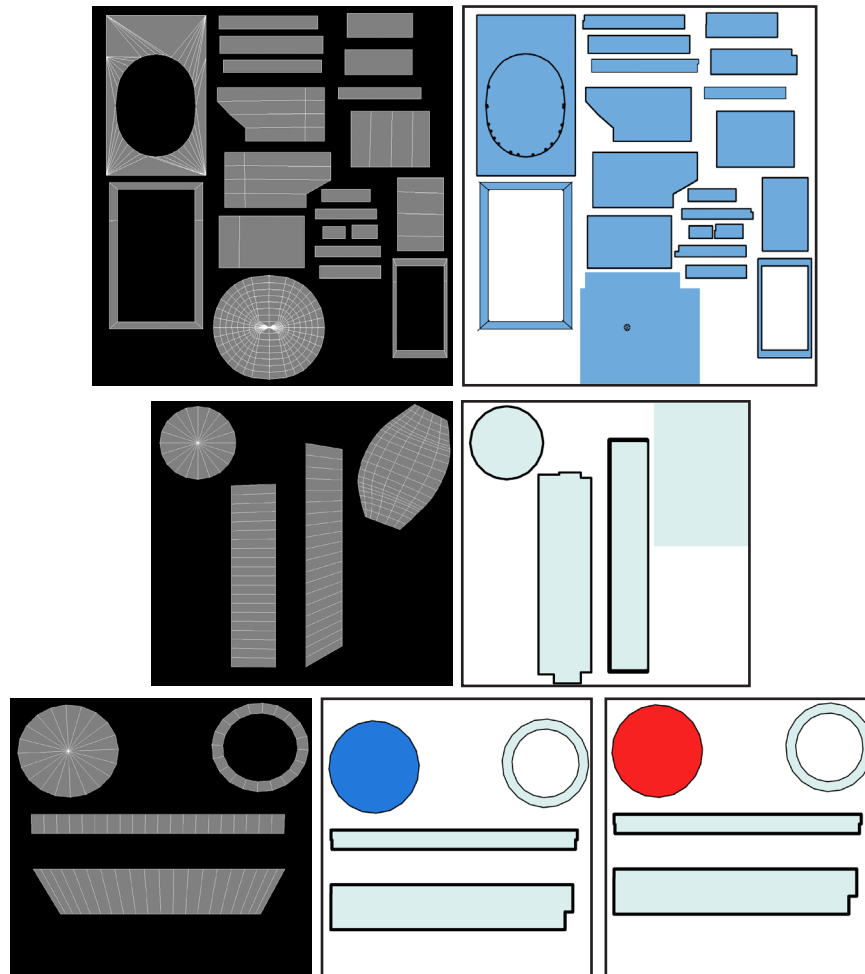


Imagen c.249. Mapeado y texturas del bidet.
Arriba: bidet. Centro: grifo. Abajo: control.

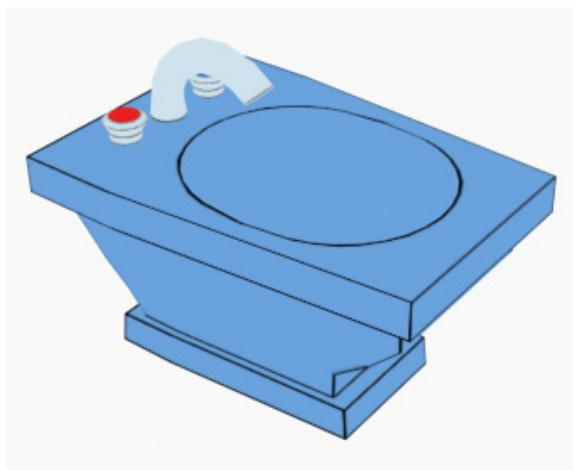


Imagen c.250. Bidet con la textura aplicada.



Retrete (ver imágenes c.251 y c.252).

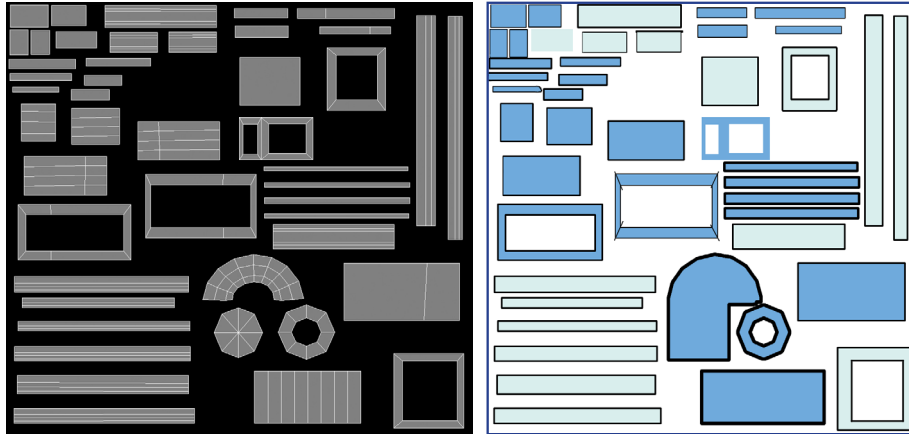


Imagen c.251. Mapeado y textura del retrete.

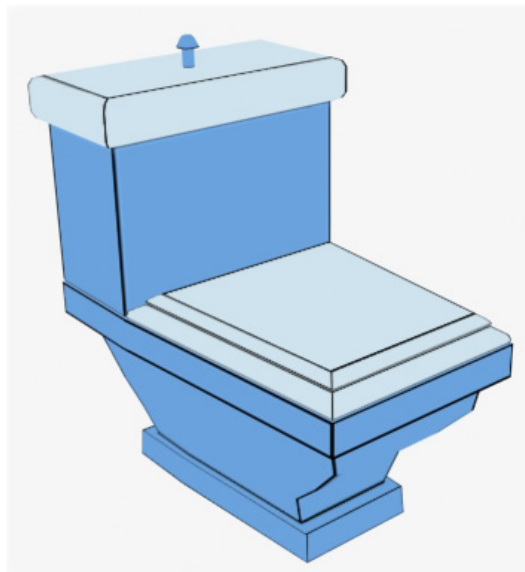
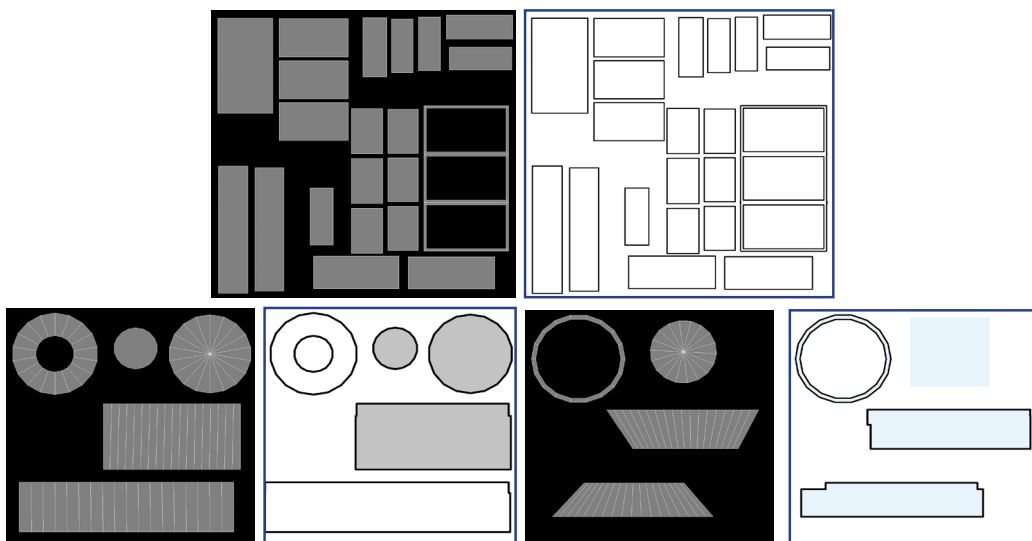


Imagen c.252. Retrete con la textura aplicada.

Estante (ver imágenes c.253 y c.254).



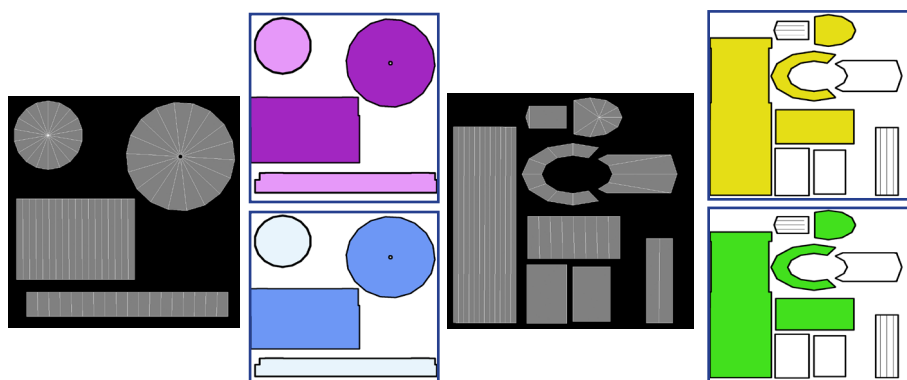


Imagen c.253. Mapeado y texturas del estante. Arriba: estante. Centro: rollo de papel (izqda.) y vaso (dcha.). Abajo: bote (izqda.) y cepillo de dientes (dcha.).



Imagen c.254. Estante con la textura aplicada.

Ventana-baño (ver imágenes c.255 y c.256).



Imagen c.255. Mapeado y textura de la ventana del baño.



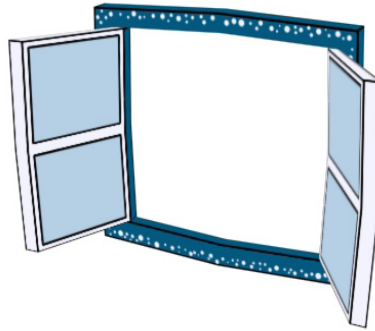


Imagen c.256. Ventana del baño con la textura aplicada.

Puerta planta 1 (ver imágenes c.257 y c.258).

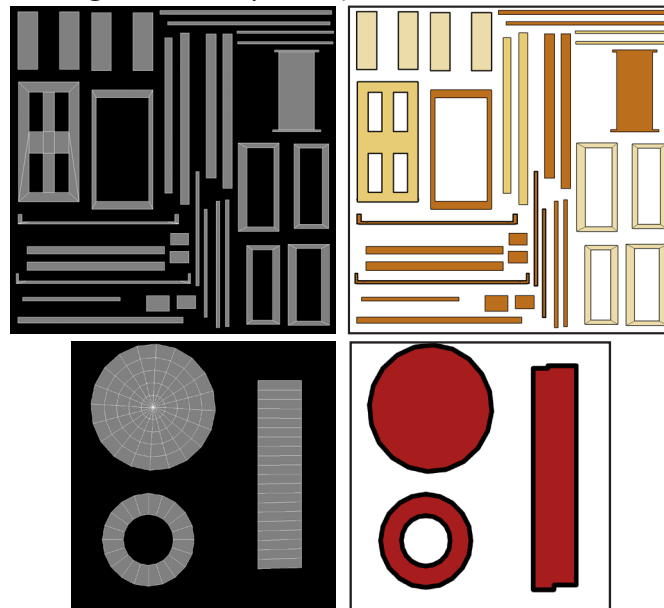


Imagen c.257. Mapeado y texturas del estante.
Arriba: puerta. Abajo: pomo.

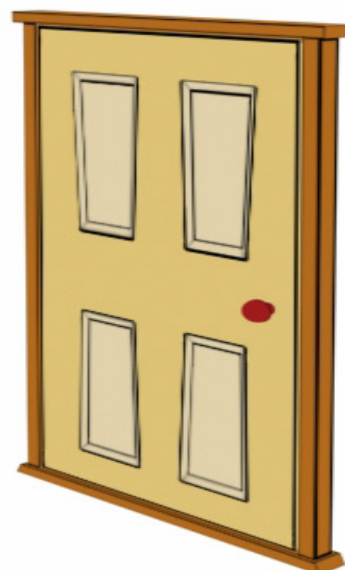


Imagen c.258. Puerta de la planta 1 con la textura aplicada.



Puerta planta 2 (ver imágenes c.259 y c.260).

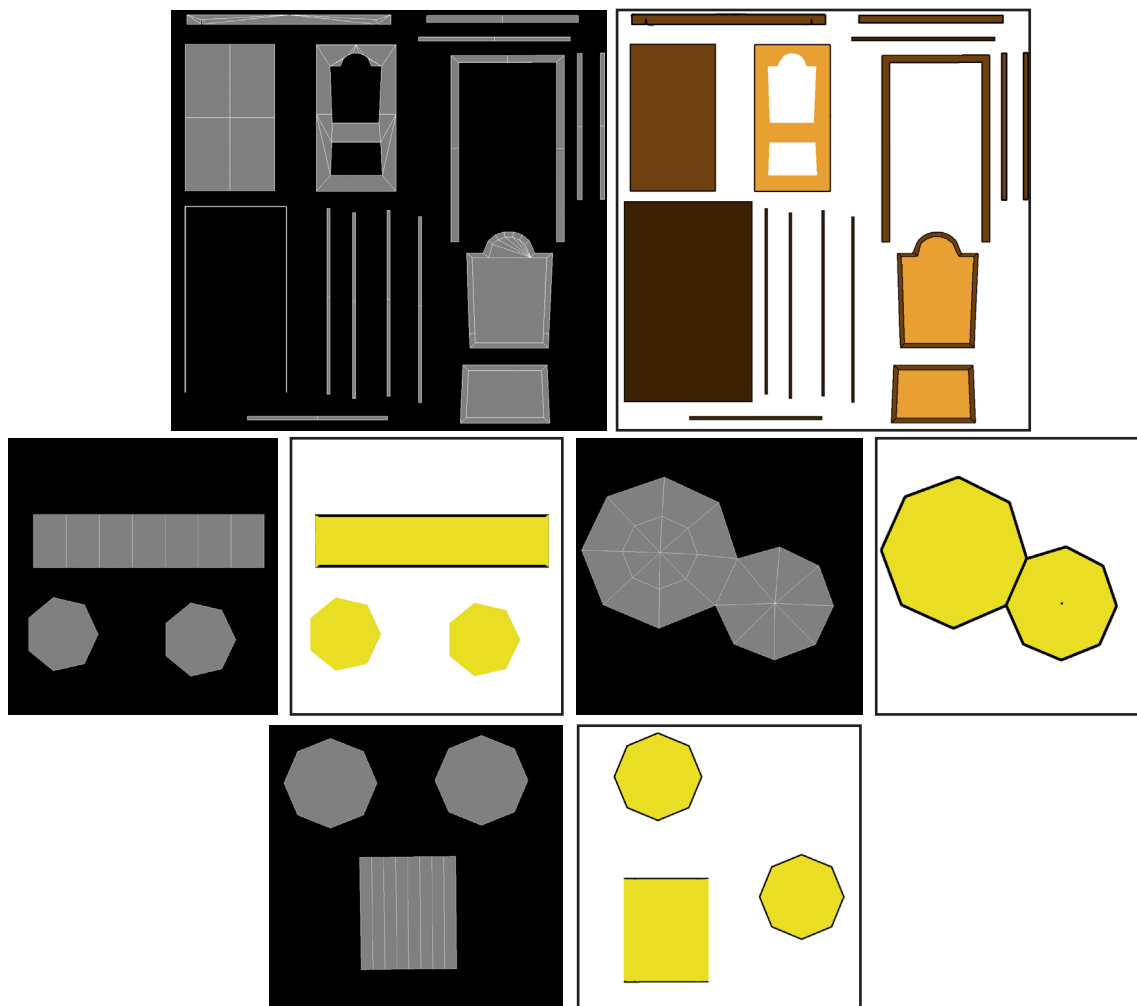


Imagen c.259. Mapeado y texturas de la puerta de la planta 2.
Arriba: puerta. Centro: pomo. Abajo: bisagra.



Imagen c.260. Puerta de la planta 2 con la textura aplicada.

Nubes (ver imágenes c.261 y c.262).

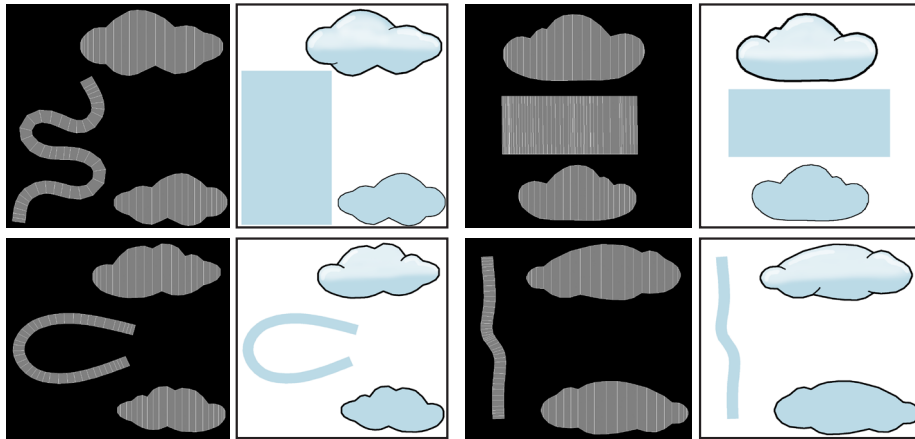


Imagen c.261. Mapeado y texturas de las nubes.

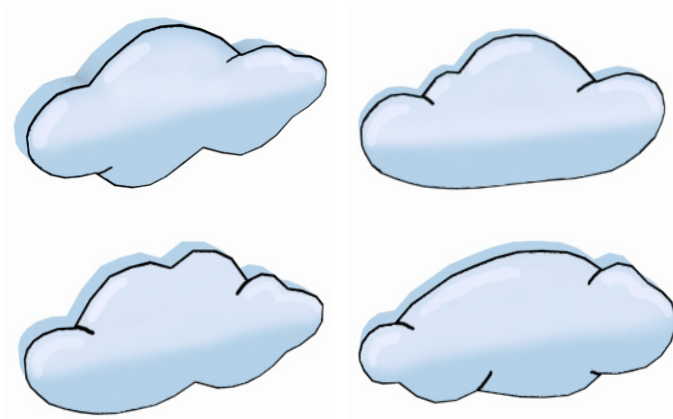


Imagen c.262. Nubes con la textura aplicada.

Sol (ver imágenes c.263 y c.264).

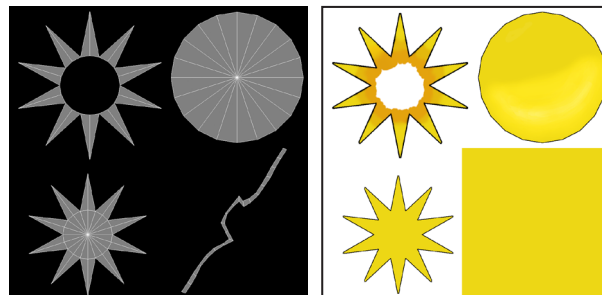


Imagen c.263. Mapeado y texturas de las nubes.



Imagen c.264. Sol con la textura aplicada.



Coche (ver imágenes c.265 y c.266).

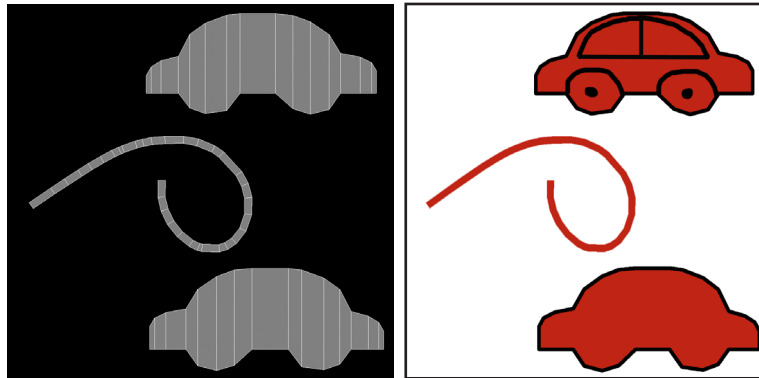


Imagen c.265. Mapeado y texturas del coche.



Imagen c.266. Coche con la textura aplicada.

C.3 Animaciones

ANIMACIONES 3D

El proceso de animación se inicia insertando los objetos en el escenario y colocándolos en su posición inicial (ver imagen c.267).

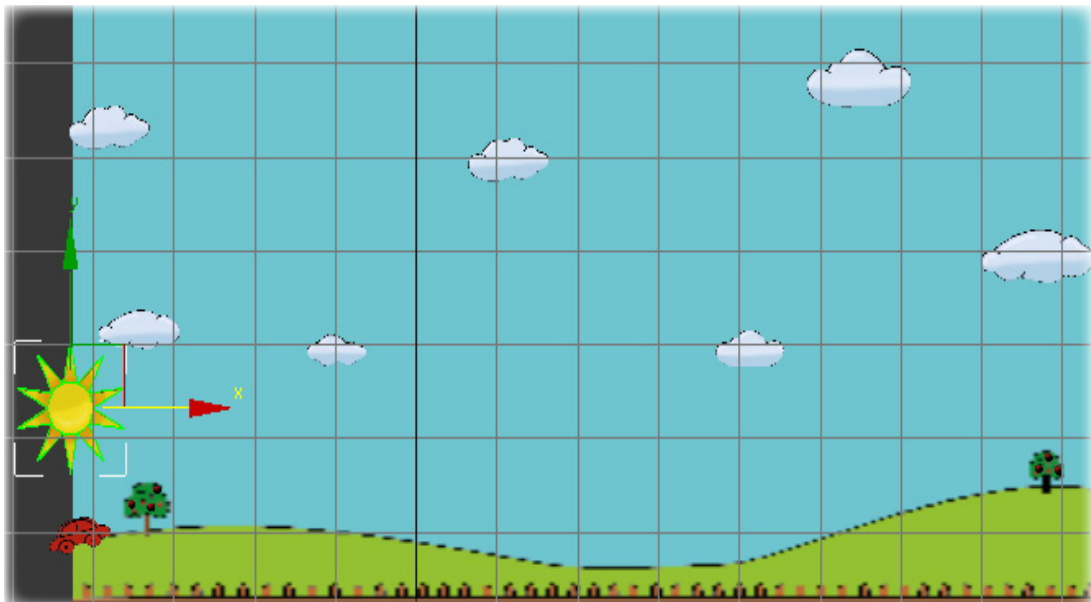


Imagen c.267. Objetos colocados en su posición inicial.

Se distinguen dos tipos de animaciones: las que tienen un único movimiento con principio

y fin, y las que se repiten cada cierto tiempo formando un bucle.

En primer lugar se animan los objetos con un sólo movimiento, en este caso el sol y las manzanas.

Se selecciona el comando *Set key* de 3ds Max y se elige el formato de vídeo PAL, usado en Europa, que emplea 25 cuadros por segundo (ver imagen c.268). De esta forma, cada segundo de la animación ocupará 25 *frames*, representados en una línea de tiempo. Esta opción se aplica a todas las animaciones.

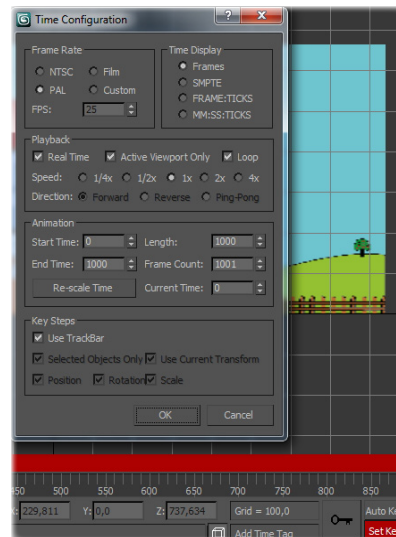


Imagen c.268. Parámetros del Set Key.

Se selecciona el sol y, con el primer *frame* de la línea de tiempo activado, se crea una *key* o clave. A continuación, se mueve el sol hasta su posición final (ver imagen c.269) y se crea otra *key* en el *frame* 400. De este modo, la animación durará 16 segundos.



Imagen c.285. Sol en su posición final.



Además, se añade un movimiento giratorio al sol para que vaya girando al mismo tiempo que se desplaza. Para ello, se gira en la posición final y se vuelve a crear un *key* en el mismo *frame*. La secuencia comienza al iniciarse el juego y durante los 16 segundos siguientes. Se muestra en la imagen c.286.

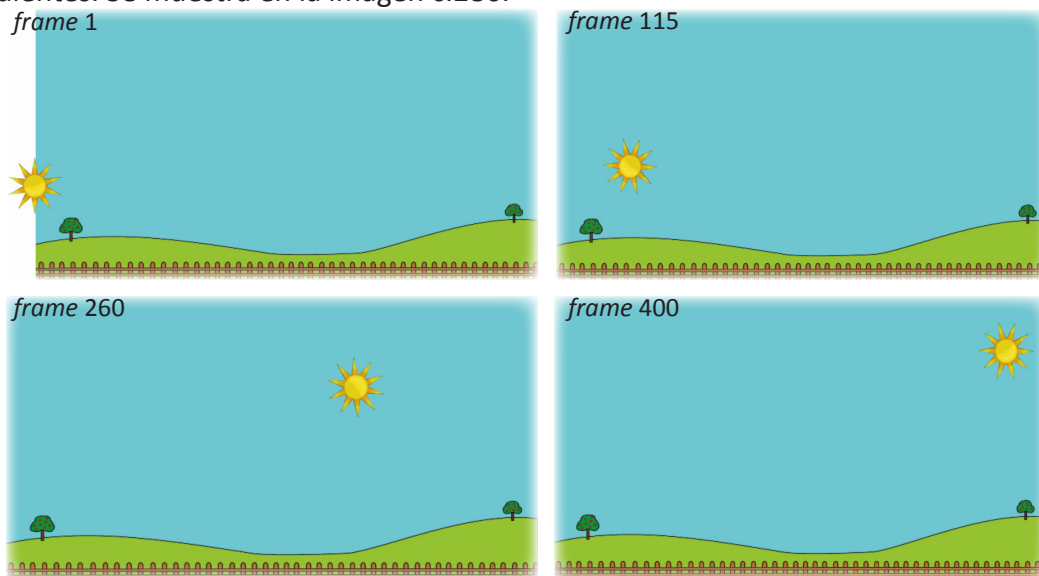


Imagen c.286. Secuencia de animación del sol.

La animación de las manzanas va a durar lo mismo que la del sol, 16 segundos o 400 *frames*. Esto es así porque al realizar las animaciones con bucle es necesario que dicho bucle empiece en un punto en el que el resto de animaciones hayan terminado, ya que de otro modo al repetir la animación se produciría un salto incoherente en esos otros objetos, por ejemplo, empezando desde el primer *frame*, el sol volvería a salir. De este modo, se crea un punto común para las dos animaciones simples, a partir del cual se puede iniciar un bucle.

Tras seleccionar las manzanas se crea una *key* en el primer *frame* (ver imagen c.287). En este caso las manzanas van cayendo poco a poco y rebotando en el suelo a lo largo de ese tiempo y en su posición final están todas las manzanas caídas. El movimiento realizado por cada manzana se crea del siguiente modo: Se desplaza la manzana hasta el suelo y se crea una *key*, se mueve ligeramente hacia arriba, creando la sensación de rebote, y se crea otra *key*, se vuelve a desplazar hasta el suelo y se crea la última *key* (ver imagen 288). Cada manzana tiene su propio movimiento.

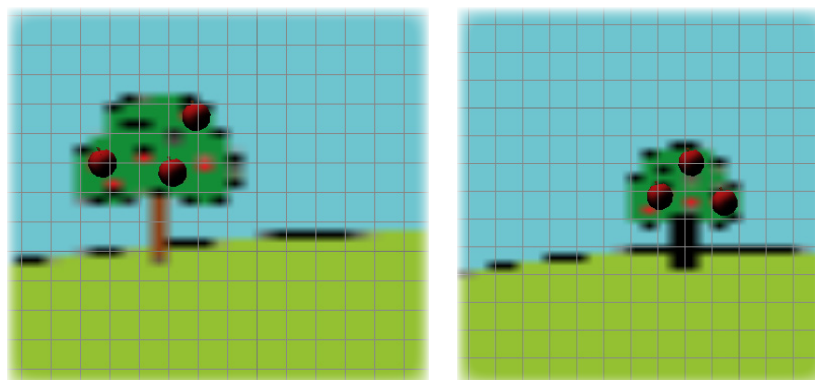


Imagen c.287. Manzanas colocadas en los árboles.



Imagen c.288. Movimiento de una manzana.

La secuencia completa se muestra en la imagen c.289.

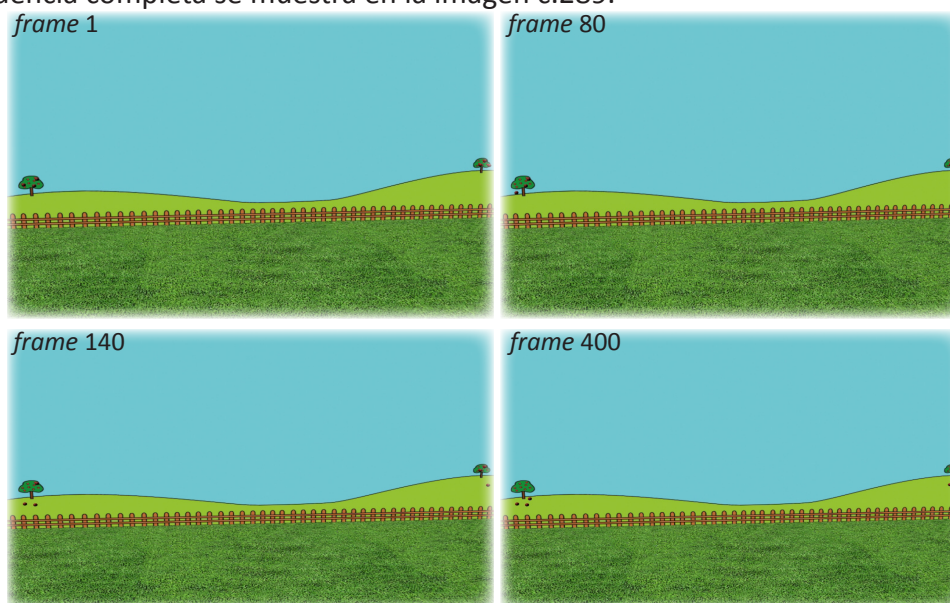


Imagen c.289. Animación de las manzanas.

Por último, se realizan las animaciones continuas, que se van a ir repitiendo durante todo el juego. El inicio de estas animaciones se crea a partir del *frame* en el que terminan las anteriores, el 400.

Las nubes ya están en el cielo cuando se inicia el juego. El primer paso para animarlas es duplicarlas todas y convertirlas en un único objeto (ver imagen c.290). El objetivo es conseguir que haya siempre nubes en el cielo, de forma que cuando el segundo grupo de nubes llegue a la posición inicial de las primeras nubes, la animación comience a repetirse de nuevo.



Imagen c.290. Nubes duplicadas.



Se crea una *key* en el *frame* 400 y se desplazan las nubes hasta que el segundo grupo esté en la misma posición inicial, creando otra *key* en el *frame* 3000 (ver imagen c.291).

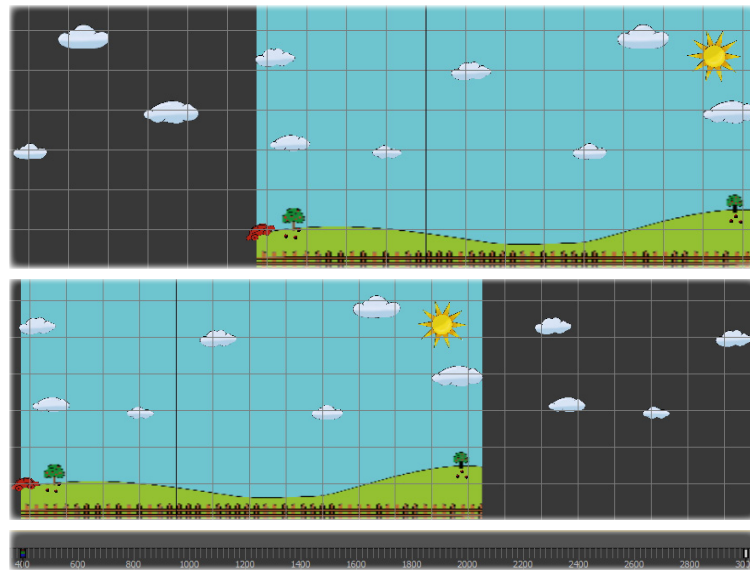


Imagen c.291. Creación de la animación entre los frames 400 y 3000.

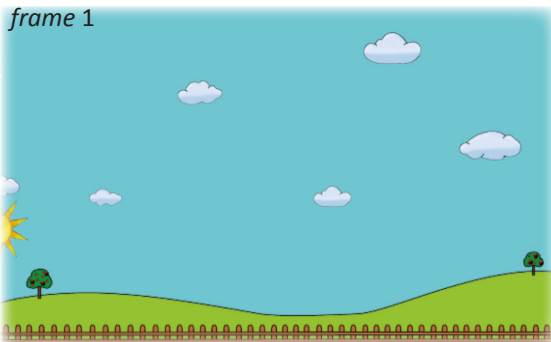
Tras realizar este paso, se observa que en los primeros 400 *frames* las nubes no se mueven. Para solucionarlo, se comprueba cuanto se desplazan en los siguientes 400 y se mueven esa misma distancia hacia atrás, creando otra *key* en el primer *frame* (ver imagen c.292). El bucle se crea a partir del punto 400, por lo que este pequeño movimiento sólo se produce al iniciar el juego.



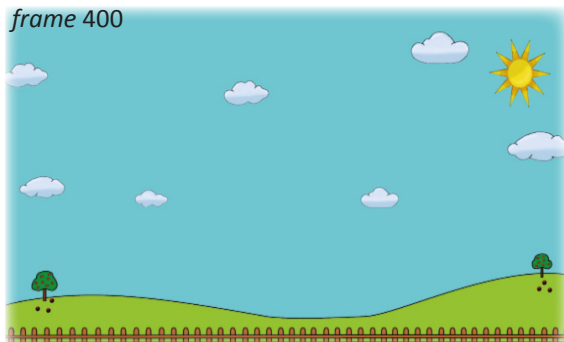
Imagen c.292. Desplazamiento hacia atrás en el primer *frame*.

La animación final de las nubes se muestra en la imagen c.293. Una vez que termine la animación, ésta vuelve a repetirse desde el *frame* 400.

frame 1



frame 400



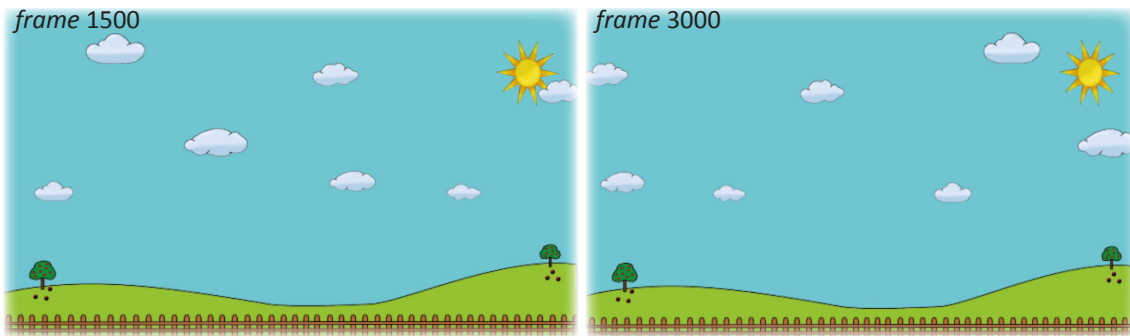


Imagen c.293. Animación de las nubes.

El cochecito se va a desplazar por la ladera a lo largo de todo el juego. Al igual que las nubes, el movimiento es continuo y debe iniciarse a partir del *frame* 400. En concreto, se inicia en el *frame* 1900, donde se crea una *key* con el coche en la posición inicial. Se crean varias *keys* con el movimiento del coche a lo largo de la ladera y, en el último *frame* acaba la animación con el coche saliendo por el borde derecho del escenario (ver imagen c.294).

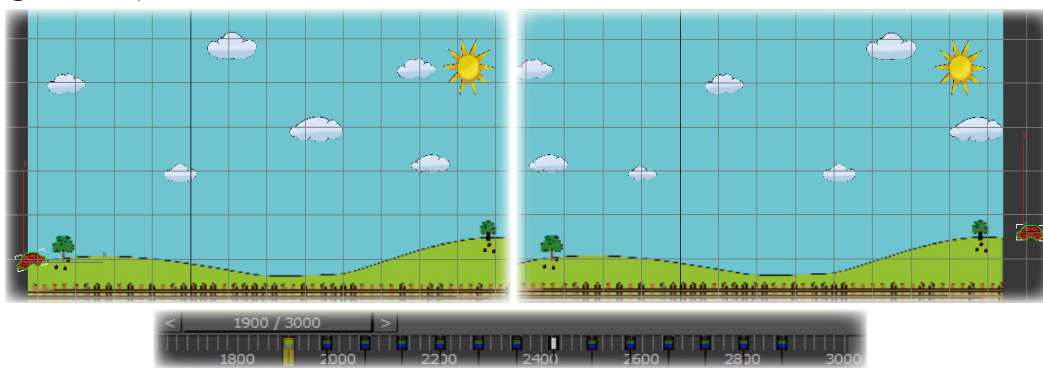


Imagen c.294. Creación de varios *keys* entre los *frames* 1900 y 3000.

La animación se repite al iniciarse el bucle en el *frame* 400. Se muestra la animación completa en la imagen c.295.

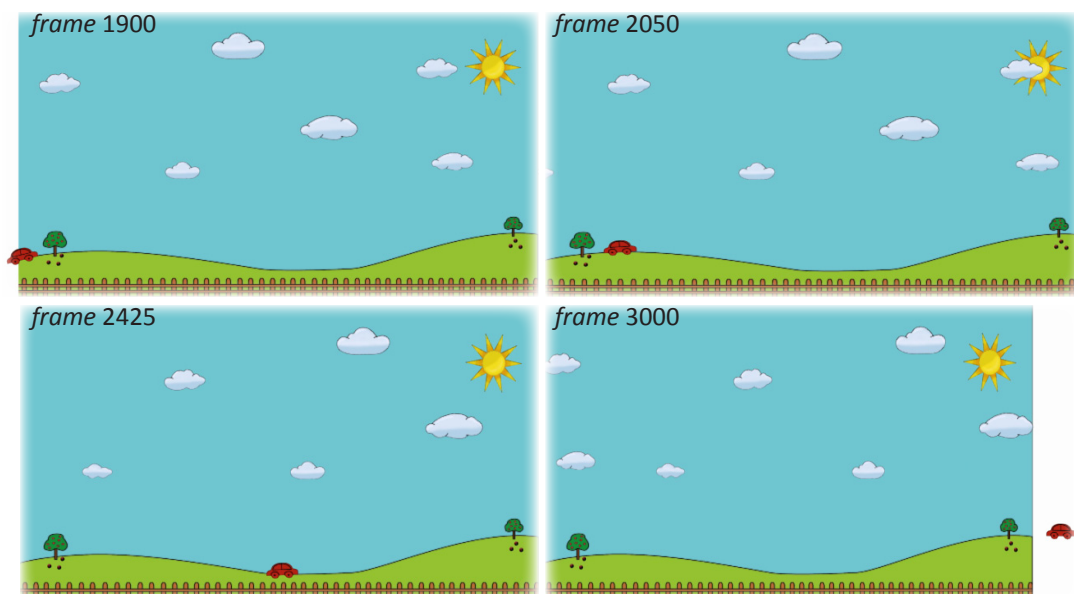


Imagen c.294. Animación del coche.



ANIMACIONES 2D

Se realizan tres animaciones con Adobe Flash. Dos de ellas son muy similares, una avisa al niño cuando realiza una actividad correctamente y la otra le avisa cuando algo está mal hecho. La tercera animación muestra el nivel en el que se encuentra el niño en el juego “Ordena la habitación”.

El primer paso para realizar las animaciones es crear las imágenes que van a aparecer. Se crea una cara sonriente y otra triste con Illustrator, y se retocan los colores con Photoshop. A la cara le van a acompañar un conjunto de estrellas, azules y amarillas, realizadas del mismo modo (ver imagen c.295).



Imagen c.295. Dibujos creados para las animaciones.

Con las imágenes ya creadas, se abre un archivo ActionScript en Adobe Flash con las medidas aproximadas del espacio donde van a aparecer las animaciones, 150x600. Se importan a la biblioteca todas las imágenes y se convierten automáticamente en símbolos, necesario para poder crear las animaciones (ver imagen c.296).

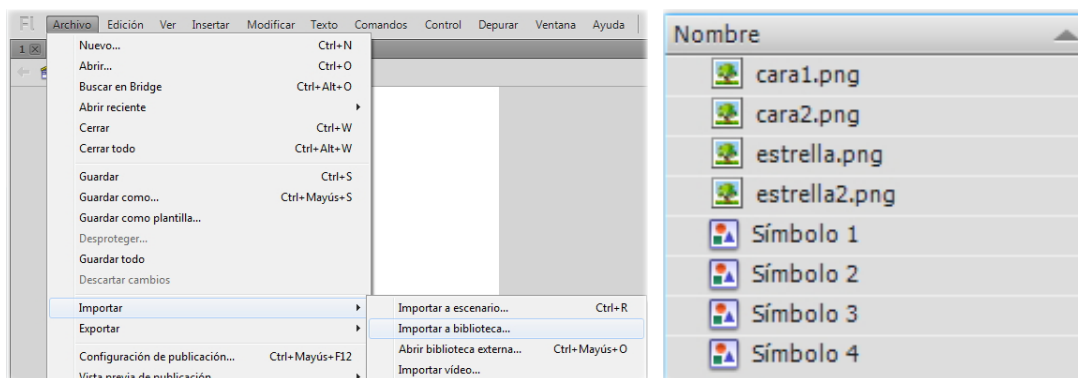


Imagen c.296 Importación de imágenes a la biblioteca.

Se nombra la capa 1 como “cara” y se inserta la cara sonriente, ajustando su tamaño en el panel propiedades (ver imagen c.297).



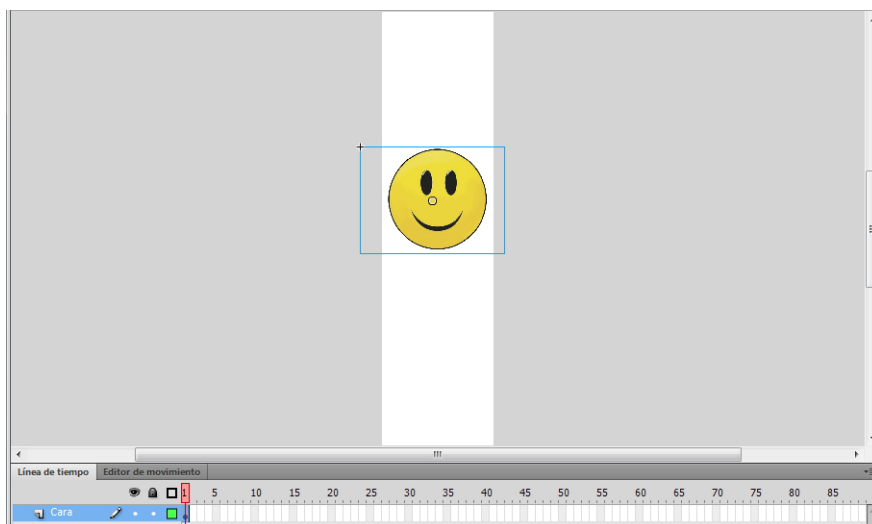


Imagen c.297. Cara sonriente colocada en la capa "cara".

Los fps se modifican de 24 a 12, de forma que cada segundo se reproduzcan 12 *frames* y el número total de *frames* no sea muy extenso.

La cara va a ir apareciendo poco a poco y aumentando su tamaño. Para ello, se crea un fotograma clave en el *frame* 30 y se selecciona la opción Crear interpolación clásica (ver imagen c.298). De este modo, la imagen va a ir cambiando progresivamente del estado inicial en el primer fotograma al estado final en el fotograma 30. De momento, la animación no muestra ningún cambio porque ambos estados son iguales. Es necesario modificar el estado inicial de la cara, disminuyendo su tamaño y aumentando su opacidad (ver imagen c.299).

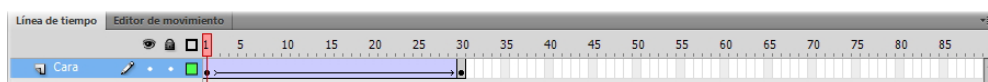


Imagen c.298. Nuevo fotograma clave e interpolación clásica.

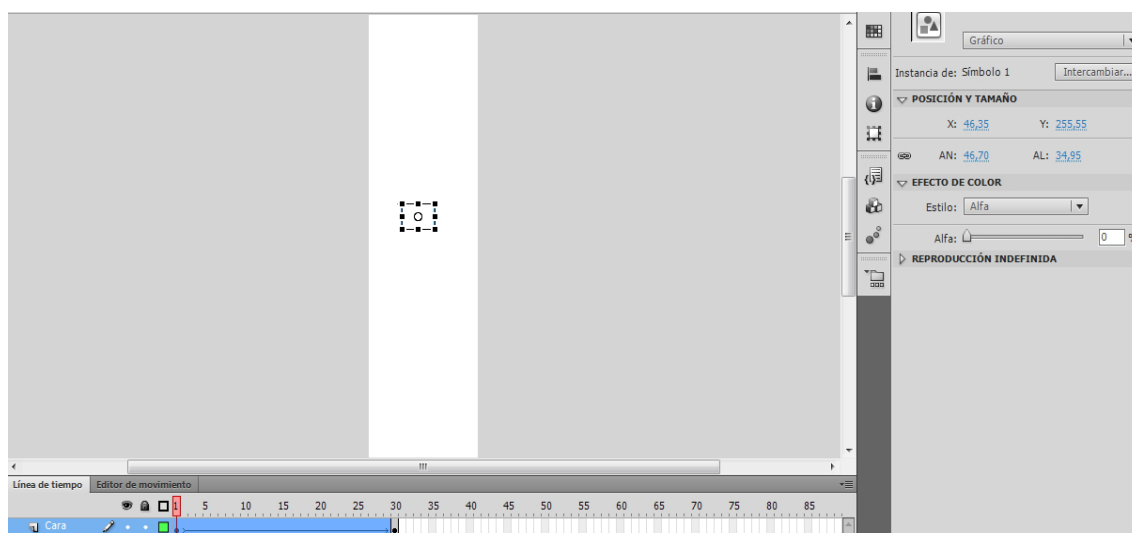


Imagen c.299. Cambio del estado inicial de la cara.

La animación va a tener una duración total de 6 segundos, por lo que el número de



fotogramas va a ser de 72. Al terminar la animación la cara va a ir desapareciendo, para ello se crea un fotograma clave en el *frame* 60 y otro en el 72. En este último se aumenta al máximo la opacidad (ver imagen c.300).

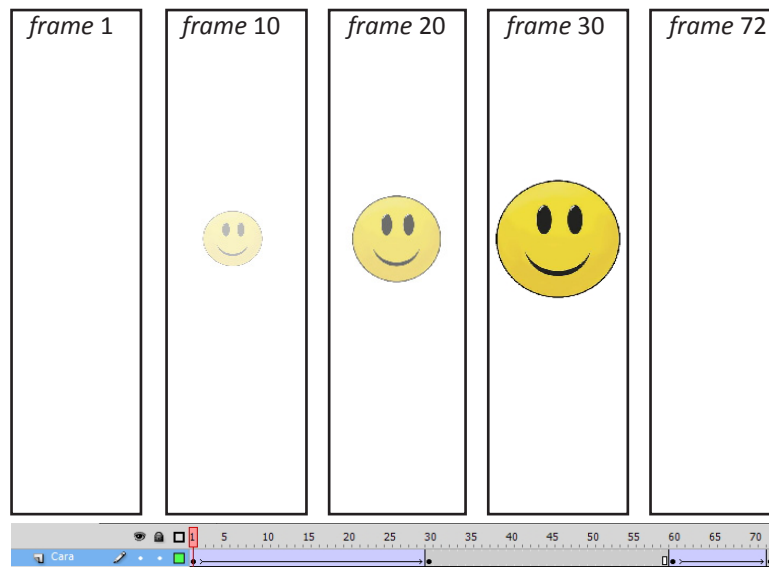


Imagen c.300. Animación de acierto.

Se añade una nueva capa llamada “estrella1” y, del mismo modo, se inserta la estrella amarilla (ver imagen c.301).

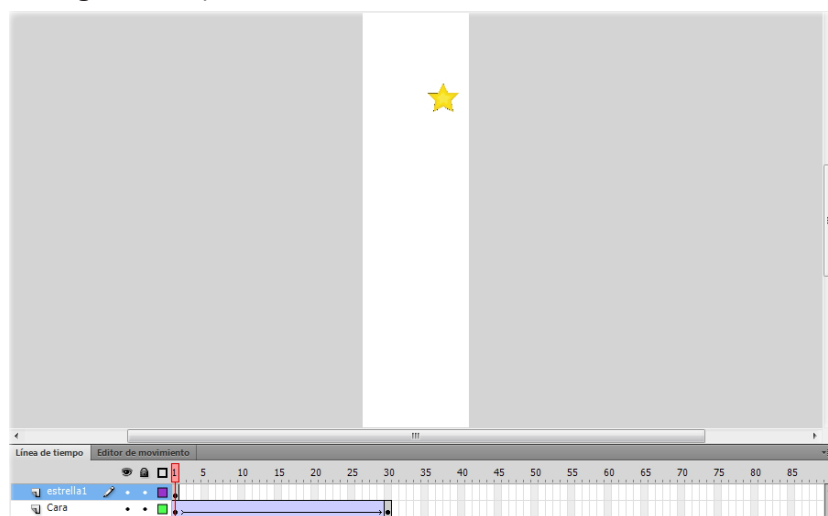


Imagen c.301. Estrella amarilla colocada en la capa “estrella1”.

La estrella va a aparecer y desaparecer, iluminándose y apagándose. Se crea un fotograma clave en el *frame* 13 y se aplica la opción Crear interpolación clásica. En el primer fotograma se aumenta su opacidad al 100 % y se disminuye su tamaño. Se crea otro fotograma clave en el *frame* 18 y de nuevo una interpolación. En este fotograma se disminuye el brillo de la estrella a -20 %. Se realiza la misma operación pero aumentando el brillo un 20 %. Se vuelve a disminuir el brillo en el siguiente fotograma clave y, por último, se aumenta al 100 % para que se vuelva totalmente invisible. Se crea otro fotograma clave en el que la estrella vuelve a aparecer y, al igual que la cara, vuelve a desaparecer a partir del *frame* 60 (ver imagen c.302).



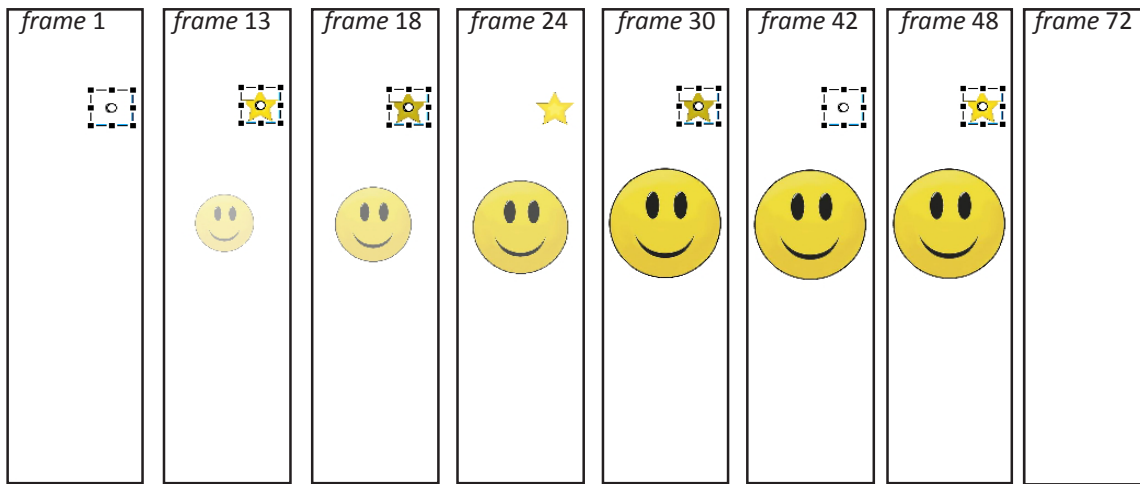


Imagen c.302. Animación de la estrella amarilla.

Del mismo modo se crean varias animaciones más con estrellas amarillas y azules, creando los fotogramas clave en diferentes *frames* para que las estrellas vayan apareciendo independientes unas de otras (ver imagen c.303).

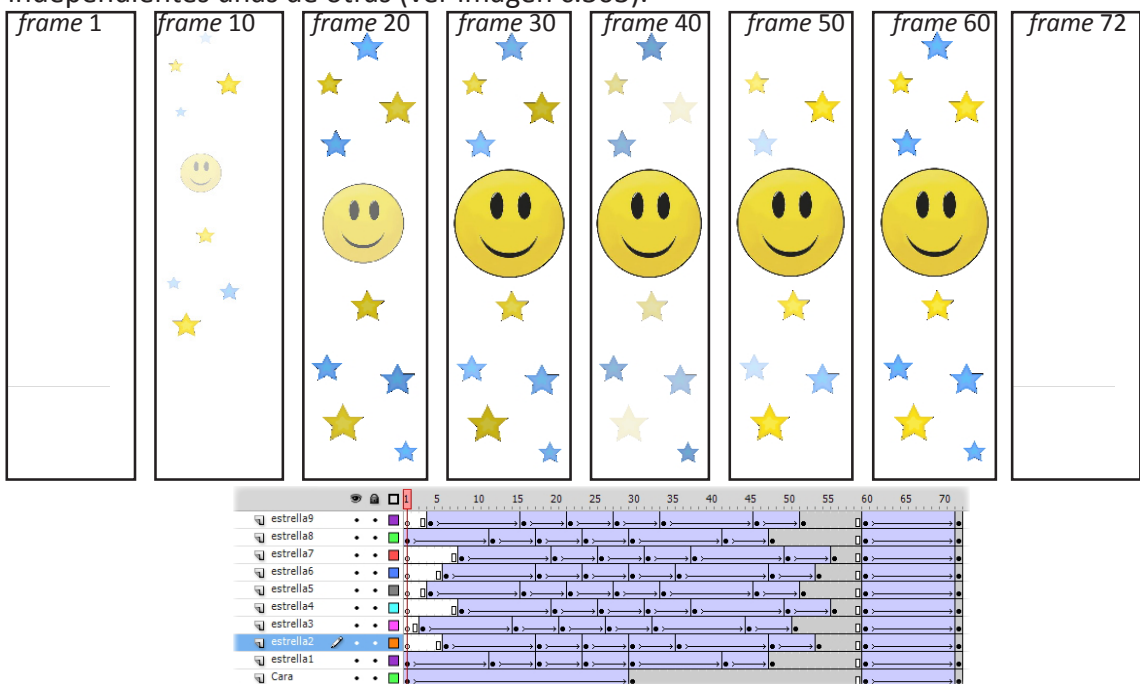


Imagen c.303. Animación completa de acierto.

La siguiente animación solo muestra la cara triste. El proceso es el mismo que el realizado con la cara sonriente (ver imagen c.304).



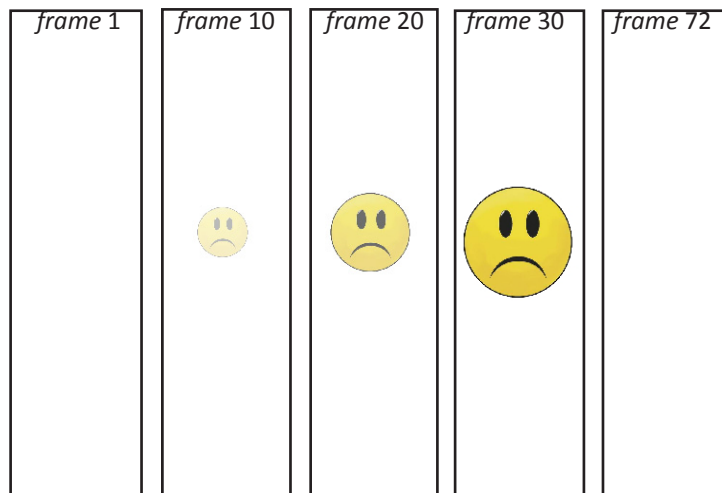


Imagen c.304. Animación completa de error.

Ambas animaciones van acompañadas de un sonido que indica lo mismo que las imágenes a las que acompaña. La primera animación tiene dos sonidos, uno que imita el tintineo de campanas, acompañado a las estrellas, y otro con tonos agudos, transmitiendo alegría. En la segunda animación, el sonido tiene todos graves y transmite tristeza o error. De este modo, el niño va a identificar lo que oye con lo que ve.

Para insertar el sonido se crea una capa nueva y se importa en esa capa (ver imagen c.305). El sonido de tintineo de campanas aparece desde el principio de la animación y va disminuyendo en intensidad. Para ello se edita el volumen en el panel de propiedades del sonido (ver imagen c.306).

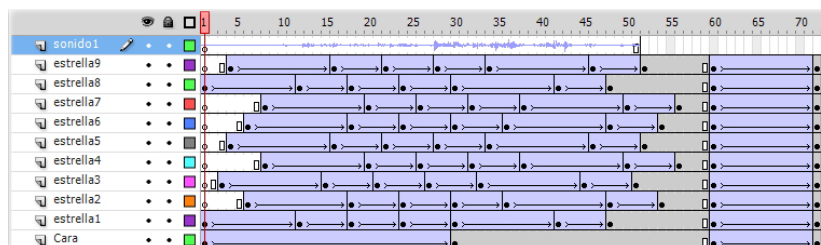


Imagen c.305. Sonido de campanas importado en nueva capa.

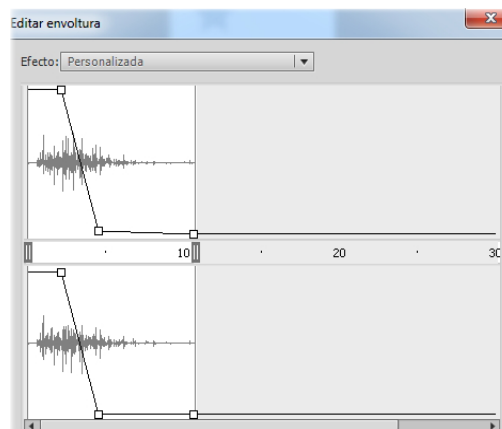


Imagen c.306. Disminución progresiva del volumen del sonido.

El segundo sonido se añade después del sonido de campanas hasta el final de la animación. Se disminuye su volumen a la mitad (ver imagen c.307).

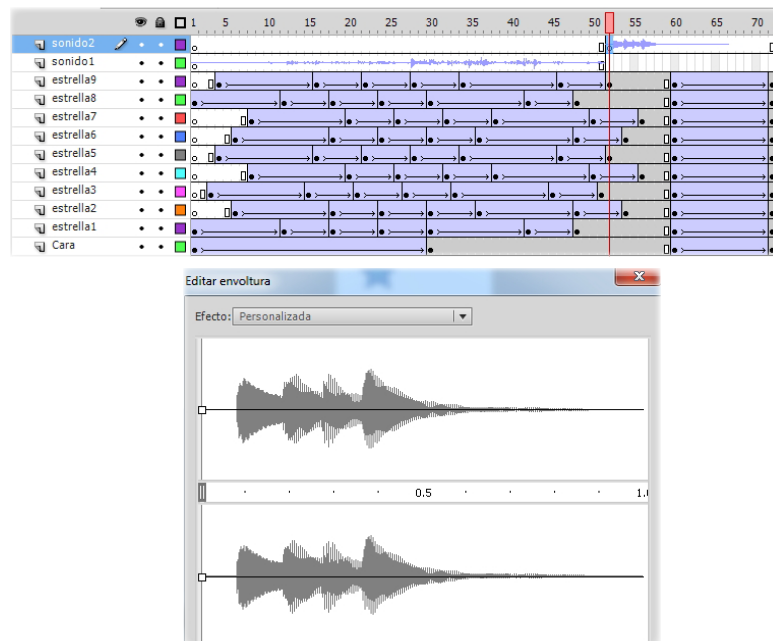


Imagen c.307. Sonido-acierto importado en nueva capa y disminución del volumen.

El último sonido se añade en la animación de la cara triste. Se importa en una nueva capa y se inicia cuando la cara aparece en la escena. Se disminuye su volumen (ver imagen c.308).

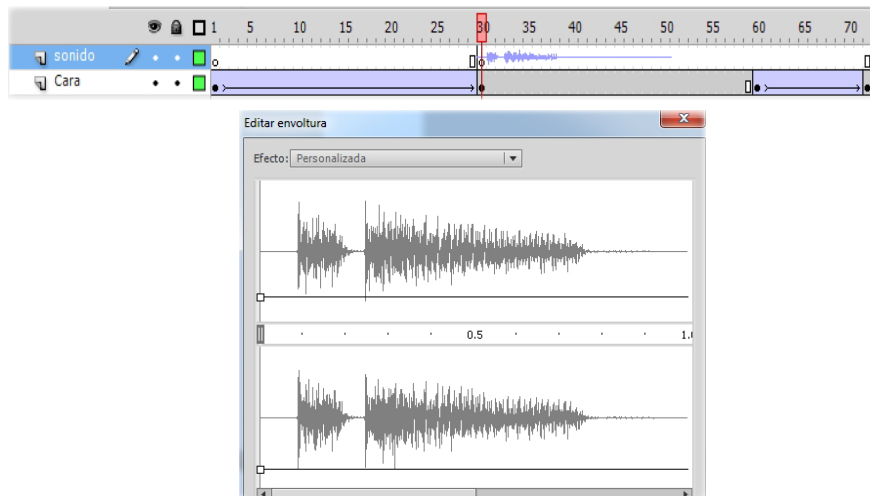


Imagen c.308. Sonido-error importado en nueva capa y disminución del volumen.

La tercera animación sólo contiene la palabra “nivel” y el número del nivel correspondiente. La duración total es de 3 segundos o 36 fotogramas. Se escribe el texto “nivel 1” en el primer fotograma de la capa activa y se convierte en un símbolo gráfico. Se crea un fotograma clave en el *frame* 36 y se aplica una interpolación entre ambos fotogramas. Se modifica el primer estado del texto aumentando la opacidad al máximo, de modo que el texto irá apareciendo poco a poco (ver imagen c.309).



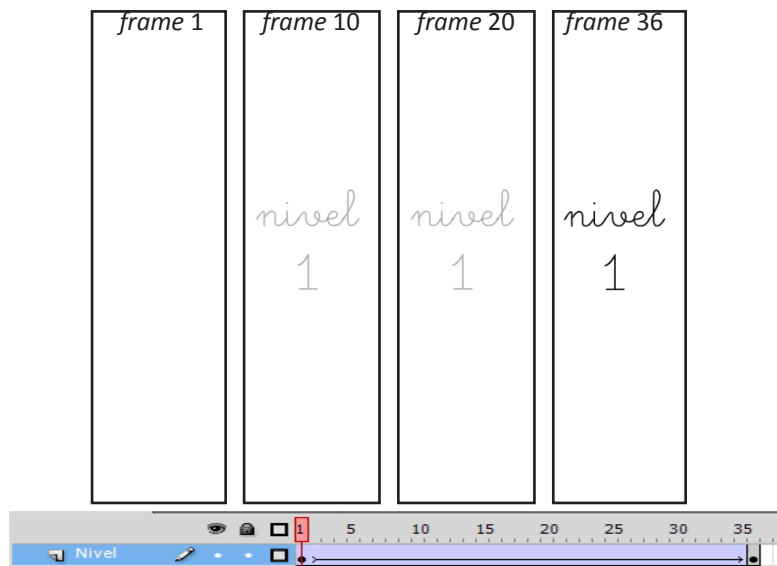


Imagen c.309. Animación completa del inicio de nivel.





ANEXO D

Software utilizado





En este Anexo se listan todos los programas de ordenador utilizados para el desarrollo del proyecto. Se realiza una breve explicación del software y para qué ha sido utilizado.

Los programas utilizados son los siguientes:

- **3ds Max.**

Es un programa de creación de gráficos y animación 3D desarrollado por Autodesk Media & Entertainment y es uno de los programas de animación 3D más utilizados. Dispone de una gran capacidad de edición y una extensa cantidad de plugins. Es utilizado en mayor medida para el desarrollo de videojuegos, así como en proyectos de animación de películas o anuncios, efectos especiales y en arquitectura. Este software fue utilizado durante el segundo curso de Grado en Diseño Industrial y Desarrollo del producto en la asignatura de Diseño Asistido por Ordenador. Sin embargo, el nivel adquirido fue insuficiente para la realización de este proyecto, por lo que hubo un periodo de aprendizaje del programa a través de tutoriales y sitios web [19],[20] y [21].

3ds Max ha sido utilizado para modelar los escenarios 3D, aplicarles materiales y mapeados e iluminar la escena. También se ha empleado para realizar animaciones de objetos tridimensionales.

- **Plugin Flare3D.**

Es un *plugin* de 3ds Max utilizado para exportar contenidos directamente desde 3ds Max permitiendo a programadores y diseñadores trabajar de una forma cómoda y fácil. Todos los objetos 3D usados en un proyecto son exportados y almacenados dentro de un archivo .f3d que puede ser abierto y utilizado en Adobe Flash. Uno de estos archivos puede llegar a contener múltiples objetos y jerarquías, que podrán ser diferenciados desde el programa por un nombre que los identifique. Por ello, es importante la asignación de nombres en la etapa de modelado.

Este software no fue estudiado durante la carrera, por lo que ha sido necesario conocer su funcionamiento para el desarrollo de este proyecto.

Flare 3D se ha utilizado para exportar todos los elementos 3D del juego al programa Adobe Flash para la posterior programación del juego.

- **Adobe Illustrator.**

Es una aplicación de creación y manipulación vectorial en forma de taller de arte que trabaja sobre un tablero de dibujo, conocido como “mesa de trabajo” y está destinado a la creación artística de dibujo y pintura para ilustración. Es desarrollado y comercializado por Adobe Systems Incorporated. Contiene opciones creativas y una gran versatilidad para producir rápidamente gráficos flexibles cuyos usos se dan en impresión, vídeo, publicación Web y dispositivos móviles. Fue utilizado durante el segundo curso de Grado en Diseño Industrial y Desarrollo del producto en la asignatura de Diseño gráfico.



Illustrator ha sido utilizado para realizar algunas de las texturas que contaban con dibujos 2D y para la creación de todo el escenario 2D.

- **Adobe Photoshop.**

Es una aplicación en forma de taller de pintura y fotografía que trabaja sobre un “lienzo” y que está destinado a la edición, retoque fotográfico y pintura a base de imágenes de mapa de bits (o gráficos rasterizados). Es un producto elaborado por la compañía de software Adobe Systems. Photoshop trabaja con múltiples capas donde se pueden aplicar toda una serie de efectos, textos, marcas y tratamientos. Este software se utilizó durante el último curso de Grado en Diseño Industrial y Desarrollo del producto en la asignatura de Composición y Edición de imágenes.

Photoshop ha sido utilizado para realizar todas las texturas y retocar los dibujos realizados con Illustrator.

- **Adobe Flash.**

Es una aplicación de creación y manipulación de gráficos vectoriales con posibilidades de manejo de código mediante un lenguaje de scripting llamado ActionScript. Flash es un estudio de animación que trabaja sobre “fotogramas” y está destinado a la producción y entrega de contenido interactivo. Es desarrollado y comercializado por la compañía Adobe Systems Incorporated y se usa sobre animaciones publicitarias, reproducción de videos y otros medios interactivos. Se utilizó durante el tercer curso de Grado en Diseño Industrial y Desarrollo del producto en la asignatura de Comunicación multimedia.

Flash ha sido utilizado para realizar las animaciones de gráficos vectoriales para la interfaz 2D del juego.

- **Adobe Indesign.**

Es una aplicación de maquetación desarrollada por la compañía Adobe Systems para ser utilizada por diseñadores gráficos. Permite la interacción de muchos objetos en una página, en un pliego o en una publicación. Este software fue utilizado durante el segundo curso de Grado en Diseño Industrial y Desarrollo del producto en la asignatura de Diseño gráfico y se ha empleado para la maquetación de trabajos durante toda la carrera.

Indesign ha sido utilizado para la maquetación de toda la memoria y los anexos.



ANEXO E

Desarrollo temporal del trabajo





En este Anexo se muestra el desarrollo temporal del trabajo con las fechas y duración de cada tarea.

Id.	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	feb 2012		mar 2012		abr 2012		may 2012		jun 2012		jul 2012		ago 2012		sep 2012		oct 2012															
				5/2	12/2	19/2	26/2	4/3	11/3	18/3	25/3	1/4	8/4	15/4	22/4	29/4	6/5	13/5	20/5	27/5	3/6	10/6	17/6	24/6	1/7	8/7	15/7	22/7	29/7	5/8	12/8	19/8	26/8	2/9	9/9
1	Reunión inicial	13/02/2012	13/02/2012																																
2	Aprendizaje 3ds Max	14/02/2012	14/03/2012																																
3	Búsqueda de información	12/03/2012	11/04/2012																																
4	Reunion: Planteamiento del juego	13/04/2012	13/04/2012																																
5	Fase creativa	16/04/2012	24/04/2012																																
6	Reunión. Elección del juego	25/04/2012	25/04/2012																																
7	Modelado objetos 3D	25/04/2012	30/05/2012																																
8	Modelado escenario 3D	21/05/2012	07/06/2012																																
9	Texturas	05/06/2012	24/08/2012																																
10	Iluminación	27/08/2012	28/08/2012																																
11	Animaciones 3D	28/08/2012	31/08/2012																																
12	Diseño interfaz 2D	29/08/2012	13/09/2012																																
13	Memoria	28/05/2012	19/09/2012																																



REFERENCIAS





Referencias

- [1] Sitio destinado al estudio de la psicología, medicina, salud y terapias alternativas:
http://www.cepvi.com/articulos/desarrollo_cognitivo2.shtml
- [2] Sitio sobre el estudio del psicoanálisis y la psicología:
<http://psicopsi.com/Etapa-preoperacional-Piaget-dos-pensamientos>
- [3] “Psicología del desarrollo en la edad escolar” Adela Descals Tomás, Ana Isabel Córdoba Iñesta, María Dolores Gil Llario. Ediciones Pirámide, 2006.
- [4] Currículo de Educación Infantil de la Comunidad Autónoma de Aragón, 2008:
<http://benasque.aragob.es:443/cgi-bin/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=261765895252>
- [5] “Hábitos y uso de los videojuegos en la comunicación visual: Influencia en la inteligencia espacial y el rendimiento escolar”. Tesis doctoral realizado por M^a Ángeles Llorca Díez para la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada, 2009.
- [6] “Metodología para el diseño de material didáctico en plataforma de E-Learning”. Trabajo realizado por Laura Herrera, Guadalupe Maldonado, Norma Elena Mendoza y Eufasio Pérez, de la Universidad de Alicante, para el I Congreso Internacional Escuela y TIC, 2007.
- [7] Sitio destinado al estudio del marketing digital y las redes sociales:
<http://www.vuelodigital.com/2010/04/09/tendencias-de-diseno-web-infantil/>
- [8] Sitio de la empresa de juguetes Fisher-Price. Guía de juegos apropiados para cada edad:
<http://www.fisher-price.com/usp/playstages/play.asp?lMinAge=3.00&lMaxAge=4.00#toy2>
- [9] “Literature Review in Learning with Tangible Technologies”, Clare O’Malley, Danae Stanton Fraser. FutureLab Series, 2004
- [10] “Designing interactive systems: People, activities, contexts, technologies”, David Benyon, Phil Turner and Susan Turner. Addison-Wesley Educational Publishers Inc. 2005
- [11] “Topobo: A constructive Assembly System with Kinetic Memory”, Hayes Solos Raffle, Amanda J. Parkes, Hiroshilshii. In Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ‘04)
- [12] “I/O Brush: Drawing with Every day Objects as Ink”, Kimiko Ryokai, Stefan Marti, Hiroshilshii. In Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI ‘04)



- [13] Sitio oficial de Louise Wictoria Klinker, una de las creadoras del juguete Sketch-a-Move:
<http://www.lwk.dk/>
- [14] “The Design of POGO Story World”, Antonio Rizzo, Patrizia Marti, Françoise Decortis, Claudio Moderini, Job Rutgers. Handbook of Cognitive Task Design, capítulo 24, 2001
- [15] Sitio del MIT Media Lab dedicado a Kimiko Ryokai:
<http://web.media.mit.edu/~kimiko/projects.htm>
- [16] Sitio oficial de Yannick Verdie, uno de los creadores del proyecto Tangram:
<http://people.cs.vt.edu/~verdiey/>
- [17] Sitio oficial de Jonas Friedemann Heuer, uno de los creadores del tabletop Noteput:
<http://www.jonasheuer.de/index.php/noteput/>
- [18] “Experiencias de uso de tecnologías multimodales y tangibles en educación”, Eva Cerezo, Sandra Baldassarri, Javier Marco. Ponencia presentada en el Ier Congreso Internacional de Videojuegos y Educación (CIVE) , Alfas del Pi (Alicante), Febrero 2012
- [19] “Curso 3D Studio Max”, Victor Hugo Franco Serrano. Departamento de Realidad Virtual, DGSCA UNAM, 2008.
- [20] Blog sobre arquitectura y medios digitales. Tutorial sobre unwrap en 3ds Max:
<http://blog.fredyperalta.com/2010/04/tutorial-unwrap-3ds-max.html>
- [21] Blog sobre 3ds Max. Unwrapping:
<http://www.polygonblog.com/unwrapping/>

