



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# DISEÑO DE ACTIVIDADES TERAPÉUTICAS BASADAS EN INTERACCIÓN TANGIBLE PARA NIÑOS CON PROBLEMAS EN EL DESARROLLO

Autor

**Javier Llorente Nasarre**

Directores

Dra. Eva Cerezo Bagdasari  
Dr. Javier Marco Rubio

Escuela de Ingeniería y arquitectura  
2015





## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./Dª. Javier Llorente Nasarre,

con nº de DNI 73006118 R en aplicación de lo dispuesto en el art. 14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster) Grado de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto, (Título del Trabajo) Diseño de actividades terapéuticas basadas en la interacción tangible para niños con problemas en el desarrollo

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_,  
es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, a 4 de Septiembre del 2015

Fdo:



# DISEÑO DE ACTIVIDADES TERAPÉUTICAS BASADAS EN INTERACCIÓN TANGIBLE PARA NIÑOS CON PROBLEMAS EN EL DESARROLLO

## RESUMEN

El GIGA (Grupo de Informática Gráfica Avanzada) Affective Lab de la Universidad de Zaragoza, ha desarrollado el Tabletop NIKVision, una superficie digital interactiva basada en interacción tangible en la que los niños pueden jugar a diversos videojuegos manipulando juguetes y piezas de juego convencionales.

Estos videojuegos son creados a partir de un editor gráfico que permite obtener una visión gráfica del juego durante su creación, sin necesidad de tener amplios conocimientos de programación.

El objetivo de este proyecto es la creación de videojuegos para el Tabletop NIKVision, orientados a niños con problemas en el desarrollo, que puedan ayudar en la consecución de sus objetivos terapéuticos.

Para la realización del proyecto se ha partido de una fase analítica en la cual se ha recopilado y analizado toda la información requerida para su correcta consecución: el funcionamiento de la mesa NIKVision, la actualidad del mercado, los requerimientos y características del juego, el entorno y, muy especialmente, la información referente al usuario al que van dirigidos los juegos.

Gracias a esta documentación y al asesoramiento por parte de los terapeutas del Centro de terapia ocupacional ENMOvimiENTO se han planteado diversas metas terapéuticas para los videojuegos. Para decidir estas metas terapéuticas se han contemplado las posibilidades que ofrece NIKVisión y cuáles son las problemáticas más comunes en la heterogénea población de niños con problemas en el desarrollo.

A partir de ahí se ha realizado una fase ejecutiva en la que se han desarrollado los diversos videojuegos. Esta fase ha comprendido la concepción de la idea de videojuego, el diseño de todos los elementos gráficos que intervienen y la programación de todos los videojuegos a través del editor.

Por último, una vez creados los videojuegos, se han realizado un conjunto de evaluaciones con niños con problemas en el desarrollo del centro ENMOvimiENTO. Gracias al análisis de esta pruebas externas con usuarios reales se han corregido y mejorado todos los juegos, para adaptarlos a los niños y que les sirvan de apoyo a la hora de alcanzar sus hitos de desarrollo.



# ÍNDICE:

<b>1. Introducción y objetivos.....</b>	Pág.1
1.1. Ámbito del proyecto.....	Pág.2
1.1.1. GIGA Affective Lab.....	Pág.2
1.1.2. Centro ENMOVimienTO.....	Pág.3
1.2. Objetivos.....	Pág.4
<b>2. Metodología.....</b>	Pág.5
<b>3. Fase analítica.....</b>	Pág.9
3.1. Interacción tangible.....	Pág.10
3.2. NIKVision y KITVision.....	Pág.11
3.2.1. La Mesa NIKVision.....	Pág.11
3.2.2. El Editor KITVision.....	Pág.13
3.3. El juego.....	Pág.14
2.4. Entorno y usuarios.....	Pág.14
3.5. Conclusiones fase analítica.....	Pág.16
<b>4. Fase creativa.....</b>	Pág.17
4.1. Generación de ideas.....	Pág.18
4.2. Elección de conceptos.....	Pág.18
<b>5. Fase ejecutiva.....</b>	Pág.19
5.1. Juego de pescar.....	Pág.20
5.1.1. Concepción de la idea del videojuego.....	Pág.20
5.1.2. Justificación terapéutica del videojuego.....	Pág.21
5.1.3. Diseño del videojuego.....	Pág.21
5.1.4. Producción del videojuego.....	Pág.24
5.1.5. Pruebas y evaluaciones del videojuego.....	Pág.24
5.2. Juego de abejas.....	Pág.25
5.2.1. Concepción de la idea del videojuego.....	Pág.25
5.2.2. Justificación terapéutica del videojuego.....	Pág.26
5.2.3. Diseño del videojuego.....	Pág.26
5.2.4. Producción del videojuego.....	Pág.29
5.2.5. Pruebas y evaluaciones del videojuego.....	Pág.29

5.3. Juego de Twister.....	Pág.30
5.3.1. Concepción de la idea del videojuego.....	Pág.30
5.3.2. Justificación terapeútica del videojuego.....	Pág.31
5.3.3. Diseño del videojuego.....	Pág.31
5.3.4. Producción del videojuego.....	Pág.32
5.3.5. Pruebas y evaluaciones del videojuego.....	Pág.32
5.4. Juego del fontanero.....	Pág.34
5.4.1. Concepción de la idea del videojuego.....	Pág.34
5.4.2. Justificación terapeútica del videojuego.....	Pág.35
5.4.3. Diseño del videojuego.....	Pág.35
5.4.4. Producción del videojuego.....	Pág.38
5.4.5. Pruebas y evaluaciones del videojuego.....	Pág.38
<b>6. Conclusiones y trabajo futuro.....</b>	<b>Pág.39</b>
6.1. Conclusiones.....	Pág.40
6.2. Trabajo futuro.....	Pág.40
<b>Anexo A. Estudio de mercado.....</b>	<b>Pág.43</b>
A.1. Productos del mercado.....	Pág.43
A.2. Conclusiones del estudio de mercado.....	Pág.46
<b>Anexo B. El juego.....</b>	<b>Pág.47</b>
B.1. Características comunes.....	Pág.47
B.2. Funciones.....	Pág.48
B.3. Requerimientos.....	Pág.49
B.4. Conclusiones del juego.....	Pág.50
<b>Anexo C. Estudio usuarios.....</b>	<b>Pág.51</b>
C.1. Componentes del desempeño funcional.....	Pág.51
C.2. Pirámide del desarrollo.....	Pág.53
C.3. Trastornos en el desarrollo.....	Pág.61
C.3.1. Trastorno del espectro autista.....	Pág.62
C.3.2. Trastorno por déficit de atención.....	Pág.63
C.3.3. Trastorno específico del aprendizaje.....	Pág.64
C.3.4. Trastorno del desarrollo de la coordinación.....	Pág.65
C.3.5. Parálisis cerebral y daño cerebral adquirido.....	Pág.66
C.4. Conclusiones del estudio de usuarios.....	Pág.67
<b>Anexo D. Listado de ideas.....</b>	<b>Pág.69</b>
D.1. Brainstorming.....	Pág.69
D.2. Conclusiones del listado de ideas.....	Pág.74

<b>Anexo E. Fase de diseño.....</b>	<b>Pág.75</b>
E.1. Juego de pescar.....	Pág.77
E.2. Juego de abejas.....	Pág.98
E.3. Juego de Twister.....	Pág.114
E.4. Juego del fontanero.....	Pág.121
E.5. Conclusiones fase de diseño.....	Pág.139
<b>Anexo F. Fase de producción.....</b>	<b>Pág.141</b>
F.1. Juego de pescar.....	Pág.142
F.2. Juego de abejas.....	Pág.144
F.3. Juego de Twister.....	Pág.146
F.4. Juego del fontanero.....	Pág.148
F.5. Conclusiones fase de producción.....	Pág.150
<b>Anexo G. Fase de Evaluación.....</b>	<b>Pág.151</b>
G.1. Juego de pescar.....	Pág.152
G.2. Juego de abejas.....	Pág.161
G.3. Juego de Twister.....	Pág.172
G.4. Juego del fontanero.....	Pág.187
G.5. Conclusiones fase de evaluación.....	Pág.190
<b>Anexo H. Gestión del proyecto.....</b>	<b>Pág.191</b>
H.1. Desarrollo temporal.....	Pág.191
H.2. Software utilizado.....	Pág.192
H.3. Conclusiones gestión del proyecto.....	Pág.193
<b>Bibliografía.....</b>	<b>Pág.194</b>



# 1. Introducción y objetivos

---

# 1.1. Ámbito del proyecto

## 1.1.1. GIGA Affective Lab

El proyecto aquí expuesto ha sido realizado en el Grupo de Informática Gráfica Avanzada (GIGA) de la Universidad de Zaragoza [1]. El GIGA es un grupo de investigación multidisciplinar que nació a comienzos de los 90 de la mano del profesor Francisco Serón y es uno de los grupos fundadores del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón. El GIGA empezó trabajando en los aspectos referentes a la simulación realista de la iluminación, campo en el que tiene reconocido prestigio tanto a nivel nacional como internacional. Con el tiempo ha ido diversificando sus áreas de interés, que actualmente incluyen la realidad virtual y aumentada, la generación de humanos virtuales, la fotografía computacional y la interacción persona-ordenador. A lo largo de todos estos años ha contribuido de forma activa a la formación de profesionales y especialistas cualificados en el ámbito de la Informática Gráfica y ha participado en numerosos proyectos importantes de transferencia y de colaboración con empresas e instituciones, tanto aragonesas como nacionales e internacionales.

Una de las líneas de investigación es el GIGA Affective Lab (ver imagen 1.1.), que se ha especializado en la investigación de nuevas formas de interacción con los ordenadores (interacción natural y afectiva), y su aplicación en entornos educativos. Para ello, se han establecido colaboraciones con otros grupos de investigación en la aplicación de tecnologías con niños y con centros de educación infantil y especial. Fruto de estas colaboraciones, se ha ido constatando el potencial de aplicar las nuevas tecnologías en estos entornos educativos. Tradicionalmente, el juego lúdico y educativo en las aulas de educación infantil y especial se desarrolla en grupos con pocos alumnos, sentados alrededor de una mesa y manipulando diversos materiales didácticos o juguetes. Por otro lado, los juegos educativos de ordenador en dichas aulas resultan especialmente atrayentes a los alumnos por la inclusión de animaciones y sonidos, pero carecen de los beneficios de la forma tradicional de juego en el aula: manipulación física y aprendizaje en grupo, por lo que son vistos con cierta reticencia por el profesorado, especialmente para su uso con los alumnos más pequeños.

Ante esta situación, en el GIGA Affective Lab se ha planteado crear una tecnología capaz de combinar los beneficios del juego físico y de ordenador, mediante la utilización del paradigma de interacción tangible, es decir, convirtiendo objetos físicos convencionales en controles que permiten interaccionar sobre una aplicación informática. Con este propósito, se diseño y creó el Tabletop NIKVision, una mesa de juegos aumentada digitalmente.

Dentro de esta línea de investigación este trabajo está dirigido al diseño de juegos de interacción tangible para el tabletop NIKVision, con el objeto de conseguir atenuar dificultades frecuentes en niños con problemas en el desarrollo, como se explicará a continuación.



Imagen 1.1. Grupo GIGA Affective Lab

## 1.1.2. Centro ENMOvimienTO

ENMOvimienTO [2] (ver imágenes 1.2. y 1.3.) es un centro de terapia ocupacional en el que trabajan terapeutas especializadas en desarrollo infantil, y en el que se evalúa e interviene en niños de 0 a 16 años que presentan dificultades en las tareas de su vida diaria.

El principal ámbito de actuación se centra en el desarrollo y estimulación infantil, problemas de aprendizaje y atención, dificultades psicomotoras, alteraciones motoras y sensoriales, y habilidades y destrezas para la vida diaria. El objetivo de la terapia es el de capacitar a los niños para participar en las actividades de su vida cotidiana.

La actividad del centro comprende:

- Chequeos y valoraciones
- Consultas y asesoramientos
- Sesiones terapéuticas individuales
- Talleres de intervención grupal
- Charlas y talleres para padres y profesionales

Los principales modelos y/o técnicas son:

- Integración sensorial AYRES ® (ASI)
- Neuro desarrollo-control motor (BOBATH)
- Estimulación basal
- Modelo DIR. FLOOR-TIME
- Psicomotricidad
- Atención temprana

El local se encuentra en la calle Pedro Laín Entralgo número 5, en el barrio del Actur de Zaragoza.



Imagen 1.2. Centro ENMOvimienTO 1



Imagen 1.3. Centro ENMOvimienTO 2

En este trabajo se ha colaborado con el centro en el diseño y evaluación de las actividades con los niños que acuden al mismo.

## 1.2. Objetivos

El objetivo principal del proyecto es el diseño de juegos para la mesa tangible NIKVision destinados a niños con problemas en el desarrollo. La finalidad de los juegos será motivar a los niños en el tratamiento y ayudar en la consecución de sus objetivos terapéuticos. Para lograrlo, se contará con el asesoramiento y apoyo del Centro ENMOvimenTO, de terapia ocupacional, permitiendo la incorporación de los juegos diseñados a las herramientas de trabajo de los terapeutas infantiles.

Será imprescindible el estudio detallado de los niños a los que van dirigidos los juegos, y las singularidades que los diferencian del resto de usuarios. Todo ello con el objetivo de que la actividad sea lo mas eficiente, orientada y especializada posible para los mismos.

Para la consecución de estos objetivos se seguirá una metodología de trabajo adecuada para el correcto desarrollo de los videojuegos. El desarrollo de videojuegos alude al proceso de creación de un videojuego, desde el concepto inicial hasta su versión final. Es una actividad multidisciplinar, que requiere conocimientos de programación, diseño gráfico, animación y sonido entre otros. Uno de los objetivos del videojuego es que sea entretenido y atractivo para los niños, de tal forma que los niños participen en la terapia a través de la diversión y el disfrute. De este modo será una actividad libre, un acontecimiento voluntario que el niño esté predisposto a realizar por si solo.

Las evaluaciones para valorar la experiencia de la interacción de los niños con los juegos, se advierten indispensables para las posibles mejoras de los juegos, así como posibles correcciones de los mismos en el caso que fueran necesarias.

## **2. Metodología**

---

Con el fin de alcanzar las objetivos descritos anteriormente se seguirá una metodología perfectamente estructurada, donde las fases a seguir permitan alcanzar resultados satisfactorios para la consecución de los objetivos.

## FASE ANALÍTICA

En primer lugar se realizará una fase analítica en la que se procederá a la recopilación de datos, ordenamiento y evaluación de los mismos, así como de los condicionantes y factores que influyan. En esta fase se llevarán a cabo estudios sobre:

- El mercado:

En esta etapa se obtendrá información del juego con interacción tangible, así como ejemplos de juegos que existan actualmente y utilicen dicha tecnología.

- La Mesa NIKVision y editor:

Se documentará detalladamente el soporte sobre el cual se reproducirán los juegos, la mesa NIKVision, y la herramienta gráfica que será utilizada para la programación de los diversos juegos.

- El juego:

En este apartado se definirán los requisitos que cumple todo juego, así como sus características comunes y funciones que debe cumplir.

- El entorno y usuario:

El siguiente paso será analizar el entorno donde se desarrollará la actividad con los niños, y muy especialmente, el público al que se orientan los juegos, en este caso los niños con problemas en el desarrollo.

## FASE CREATIVA

A partir de la recogida de información y de los conocimientos adquiridos en la fase anterior se generarán una serie de conceptos.

- Generación de ideas:

Después de considerar la información obtenida y desarrollarla en la fase de documentación se procederá a la fase de generación de ideas para los juegos, en la cual se definirán los objetivos terapéuticos

- Elección de conceptos:

Llegado este punto, se seleccionarán los juegos mas interesantes teniendo en cuenta su valor terapéutico, su viabilidad, jugabilidad, atractivo,...

## FASE EJECUTIVA

Para el desarrollo de cada videojuego será necesario seguir el siguiente proceso, en el que se han definido los siguientes pasos expuestos a continuación:

- Concepción de la idea del videojuego orientado a un público concreto:

El público objetivo serán niños con problemas en el desarrollo. En función de este público al que va dirigido el proyecto, se diseñarán juegos atractivos y adecuados a las capacidades sensoriales, físicas y cognitivas, así como un guión apropiado para los usuarios.

En esta etapa será necesario definir los aspectos fundamentales que conformarán el videojuego, entre los que se encuentran:

- Game play: Lo que generará diversión a la hora de jugarlo.
- Story board: Esbozo de ideas sobre cómo debe lucir el juego en cuanto a personajes y ambientación.

- Justificación terapéutica:

En este punto se definirá detalladamente los objetivos terapéuticos que persigue cada juego.

- Diseño:

En esta fase se establecerá el aspecto general del juego, así como el detalle y diseño de todos los elementos que compondrán el juego: Visualización de personajes, escenarios, animaciones, audio y objetos tangibles.

El diseño de los personajes y escenarios debe mantener una coherencia estética entre ellos conforme a la línea gráfica del juego. Estos serán diseñados utilizando programas de edición de imagen como Illustrator y Photoshop.

Las animaciones han de ser creadas dependiendo de los requerimientos del guión del juego, persiguiendo reforzar las interacciones entre el niño y la mesa NIKVision. Estas animaciones se llevarán a cabo a través de programas de animación como Flash y After Effects.

El audio, al igual que las animaciones, ha de ser producido en consideración a los requerimientos del guión del juego, así como para reforzar las interacciones entre el niño y la mesa NIKVision. Este audio se llevará a cabo gracias a programas de edición musical como Audition.

Por último, los objetos tangibles son completamente necesarios y sirven de canal de comunicación entre la mesa NIKVision y el usuario. Para su construcción se usará cualquier material disponible, siempre que no suponga un riesgo para los niños. Para algunos de estos objetos tangibles será también necesario el diseño de nuevos fiduciales (código adherido a los objetos tangibles que indica su identidad, orientación y posición sobre la mesa) que se amolden a las características propias de cada objeto.

- Producción:

En esta fase se introducirán los diferentes archivos (imágenes, animaciones y audio) en el editor KITVision, el cual genera el lenguaje de programación para que el juego pueda ser implementado a la CPU de la mesa NIKVision.

En este paso se define también la mecánica del juego, es decir, la especificación del funcionamiento general de los juegos integrando todos los componentes creados en la fase de diseño.

- Pruebas y evaluación:

Los videojuegos deberán atravesar una etapa de corrección de los errores inherentes al proceso de programación y edición. Los videojuegos requerirán, además, de un refinamiento de su característica fundamental, la de producir diversión de manera interactiva (jugabilidad). Para poder determinar los beneficios y las limitaciones de esta tecnología se realizarán dos clases de pruebas:

- Pruebas internas: Se llevarán a cabo por el propio desarrollador del juego y parte del equipo de Affective Lab. El propósito es corregir los defectos más graves y mejorar características de jugabilidad no contempladas en el documento de diseño y producción.
- Pruebas externas: Estas sesiones de evaluación se llevarán a cabo por un grupo de jugadores pertenecientes al público objetivo al que va destinado el juego, que en este caso son los niños del centro ENMOvimienTO. Tras estas pruebas, el videojuego debe contener la menor cantidad posible de defectos menores, y ningún defecto medio o crítico.

A continuación se van a detallar cada una de las fases.

### **3. Fase analítica**

---

### 3.1. Interacción tangible

Una interfaz de usuario tangible [3] es una forma de interacción humano-computador basada en la manipulación de objetos cotidianos la cual tiene por objetivo disminuir la brecha existente entre los sistemas software y el mundo real. De esta forma, la Interacción Tangible pretende contribuir a integrar los ordenadores de manera ubicua en nuestro entorno físico cotidiano. Se entiende por Computación Ubicua [4] la integración de la Informática en el entorno de la persona, de forma que los sistemas computacionales no se perciban como objetos diferenciados, haciendo dichos sistemas disponibles e invisibles al usuario. Este paradigma de la computación pretende brindar sistemas que se adapten al usuario y que las interfaces que poseen sean lo más intuitivas posible. La meta final consiste en integrar varios computadores o dispositivos al entorno físico, para facilitar los beneficios de la información en todo momento y lugar.

La interacción tangible también estudia al desarrollo de interfaces físicas más naturales, intuitivas, que las ya clásicas basadas en periféricos como el ratón y el teclado. 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. La creación de tales interfaces implica el desarrollo de sensores y su encapsulación en una gran variedad de objetos que pueden ser de uso cotidiano.

El diseño de las Interfaces Tangibles de Usuario (TUIs) (ver imagen 3.1.), dada su fuerte componente tecnológica, suele tener como objetivo fundamental satisfacer las necesidades técnicas específicas. No obstante, las TUIs también pueden ser diseñadas como una parte fundamental de la narrativa del juego en el caso de este proyecto, y por tanto, ser el hilo conductor de los conceptos del juego, donde la estética y ergonomía expresados en la misma se hayan fundamentales.

Para comprender las interfaces tangibles de usuario se ha realizado un estudio de mercado de los diferentes productos que se fundamentan en este tipo de interacción (presente en el Anexo A).



Imagen 3.1. Interfaces Tangibles de Usuario (TUIs)

## 3.2. NIKVision y KITVision

### 3.2.1. La Mesa NIKVision

NIKVision es una mesa de juegos aumentada digitalmente (ver imagen 3.2.). En esta mesa, los niños usan materiales didácticos, reciben una respuesta auditiva y visual en la propia superficie de la mesa y, opcionalmente, en un monitor o pantalla de proyección frontal a la mesa. Todo esto gracias a que la mesa tiene una superficie digital interactiva basada en interacción tangible, en la que los niños pueden jugar a diversos videojuegos manipulando juguetes y piezas de juego convencionales. De esta manera se une el mundo virtual con el mundo físico.



Imagen 3.2. Mesa NIKVision

La mesa NIKVision gracias a su diseño permite que varios niños puedan manipularla simultáneamente, pudiendo así ofrecer juegos multijugador (ver imagen 3.3.), competitivos o de cooperación que estimulen la actividad social.



Imagen 3.3. Mesa NIKVision con varios jugadores

A continuación se muestra un esquema de la mesa NIKVision con todos sus componentes y su función (ver imagen 3.4.):



Imagen 3.4. Estructura de la mesa NIKVision

- 1- Sobre la mesa se disponen los juguetes manipulados por el usuario. Estos juguetes llevan adheridos en su base un código impreso llamado fiducial que indica su identidad, orientación y posición sobre la mesa.
- 2- Una cámara infrarroja en el interior capta la superficie de la mesa transparente y los juguetes colocados sobre la misma.
- 3- El software de reconocimiento visual (Reactivision) se encarga de procesar la información recibida de la superficie de la mesa utilizando algoritmos de tratamiento de imagen, permitiendo así identificar los juguetes y sus manipulaciones.
- 4- En proyector se encarga de proyectar las animaciones sobre un espejo.
- 5- El espejo refleja la imagen arrojada desde el proyector hacia la superficie de la mesa para que sea visible al usuario.
- 6- Opcionalmente puede incluirse un monitor que sirva de soporte para más escenarios.
- 7- Unos altavoces se encargan de reproducir el audio.

### 3.2.2. El Editor KITVision

La creación de juegos para la mesa NIKVision requiere utilizar un lenguaje de especificación basado en marcadores XML. Sin embargo, para facilitar la creación de juegos tangibles para el tabletop NIKVision a usuarios que no hemos adquirido conocimientos previos de programación, se ha desarrollado un editor que consta de un asistente gráfico y un player (ver imagen 3.5.).

Los juegos creados a través del asistente gráfico mantienen el lenguaje de especificación que existe actualmente, basado en marcadores XML, pero es la propia aplicación la encargada de generar dicha especificación de forma transparente al usuario, ocultando la sintaxis del código. Gracias a esta herramienta es posible la creación y edición de juegos tangibles para NIKVision de una forma rápida y sencilla sin necesidad de conocimientos de programación.

Este editor permite:

- Crear juegos mediante la configuración de los diferentes componentes que lo forman, obteniendo el diseñador una visión gráfica del juego durante su creación.
- El almacenamiento y la carga de juegos, ofreciendo al usuario la posibilidad de editar juegos ya creados.
- Ejecutar y visualizar los juegos creados en el asistente gráfico, a través del player.

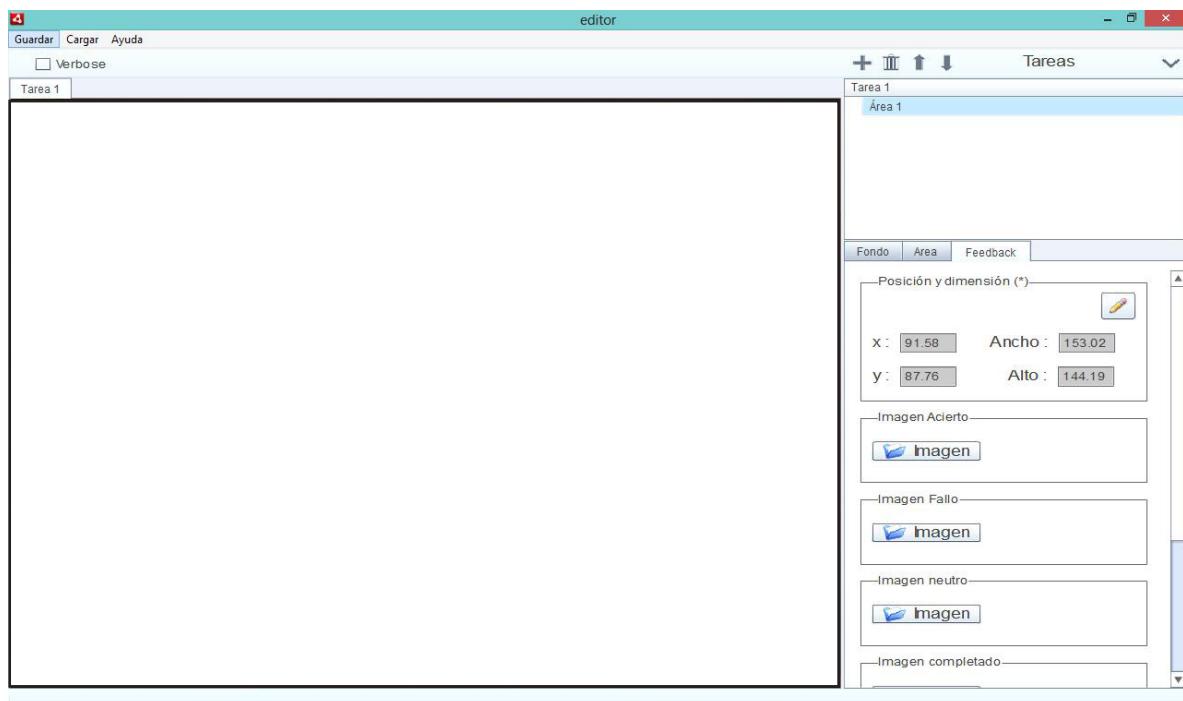


Imagen 3.5. Interfaz del asistente gráfico

## 3.3. El juego

El juego [5] es una actividad generadora de placer que no se realiza con una finalidad exterior a ella, si no por sí misma. Esta actividad es recreativa y cuenta con la participación de uno o más participantes. El juego es el medio por el que los niños aprenden, practican nuevas habilidades y refinan otras, sienten emociones y desarrollan amistades. Se entiende que los juegos ayudan al estímulo mental y físico, pero además a través del juego se pueden proponer a los niños diferentes tareas que ayuden a contribuir al desarrollo de sus capacidades, habilidades prácticas y psicológicas. Estas capacidades y habilidades contribuyen en gran medida a adquirir y consolidar de una manera creativa patrones de comportamiento, relación y socialización. Pero los niños no juegan por estas razones, su único fin es el entretenimiento y la diversión.

El juego no tiene por que tener un objetivo concreto que sus jugadores tratan de alcanzar, como tampoco un conjunto de reglas que determinan qué es lo que pueden hacer estos jugadores. Sin embargo a edades mas avanzadas (entorno a los 6-7 años) los niños comienzan a disfrutar de los juegos reglados, y pasa a ser este el juego más habitual.

El avance tecnológico ha transformado las maneras de jugar, primero, con los videojuegos, con esos aparatos que se llamaban “consola”. En la actualidad, la computadora y la interacción tangible, abren un nuevo campo en el modo de jugabilidad de los niños introduciendo una nueva forma de interactuar el mundo digital con el físico y transformando los viejos principios de interacción en el juego.

Más adelante, en el Anexo B se presenta el estudio detallado llevado a cabo sobre las características comunes del juego, las funciones que cumple, así como los requerimientos que se deben cumplir para que el niño disfrute de todos sus beneficios (Pirámide de Maslow).

## 3.4. Usuarios y entorno

El público objetivo al que irán dirigidos los videojuegos basados en interacción tangible, serán niños de 5 a 10 años con diversos trastornos de desarrollo. Se ha de tener en cuenta que cada niño es diferente y único. Ésto quiere decir que aunque existan estimaciones temporales de cuando deben adquirir ciertos avances en el desarrollo, estos datos no dejan de ser orientativos, más teniendo en cuenta que los niños al que se dirigen los juegos presentan diferentes trastornos sensoriomotrices y cognitivos. Implica pues, que para diseñar los juegos se debe conocer el comportamiento y las limitaciones de los niños tanto por edad como por el diagnóstico de su trastorno. A pesar de ésto, dada la complejidad y la inasumible carga de trabajo que supondría realizar juegos completamente individualizados para cada caso, se deben establecer ciertas pautas generales que engloben a la mayoría de niños con problemas en el desarrollo, en lo que se refiere a su desarrollo cognitivo, lingüístico, sensoriomotor y social. Sin olvidar ciertas características inherentes a toda persona, y en este caso niños, como por ejemplo la personalidad y motivaciones.

Para entender mejor a los usuarios a los que van destinados los juegos, éstos se han estudiado detalladamente en el Anexo C. En este anexo se ha estudiado los componentes del desempeño funcional (habilidades que precisa la persona para realizar las diferentes ocupaciones de su vida cotidiana), así como el desarrollo de los niños y los trastornos más comunes que pueden aparecer durante este proceso. Gracias a lo desarrollado en este anexo se han llegado a valiosas conclusiones para la fase analítica expuestas a continuación.

El entorno en el cual se plantea instalar la mesa NIKVision con los nuevos juegos serán centros de desarrollo infantil y colegios.

Los centros de desarrollo infantil suelen estar provistos de una amplia gama de material lúdico como medio para alcanzar los hitos terapéuticos que su tratamiento precise (ver imagen 3.6). Este material lúdico comprende desde material psicomotor grueso (colchonetas, pelotas, cuerdas, columpios,...), material de psicomotricidad fina (encajables, manualidades, abalorios,...), material de estimulación cognitiva (puzzles), interactivos,... NIKVision se puede integrar sin problemas en dichos centros.

En los colegios el área destinada a este tipo de actividades debería ser un aula que cumpla los requisitos de seguridad, luminosidad, y sonoridad aceptables para el correcto uso de la herramienta NIKVision. Por ejemplo aulas destinadas a la realización de actividades extraescolares, o a la evaluación de sus alumnos con problemas de aprendizaje,...

La razón por la que estos son los entornos apropiados para el uso de los juegos de NIKVision es que son lugares habituales y muy familiares para el niño, de forma que no añaden estrés o ansiedad a la que supone la incorporación de un nuevo equipo a sus rutinas. Como se menciona en la teoría de Maslow expuesta en el Anexo B, apartado B.3., el entorno debe cumplir los requisitos de confianza y seguridad para que el niño pueda focalizar toda su atención en el juego.

En el caso de este proyecto el entorno escogido es el centro ENMOvimiento, con el que se ha establecido una colaboración para la evaluación de las actividades. Durante el desarrollo de las evaluaciones el niño estará acompañado siempre por el terapeuta que tutela su tratamiento, el diseñador de los juegos y un director del proyecto. También los padres que quieran presenciar la actividad podrán presenciarla, así como participar directamente en juegos multijugador con el niño. En ocasiones el niño también puede estar acompañado por otro niño que participe del juego con el que tendrá que comunicarse para lograr los objetivos. Previamente a las evaluaciones se llevará a cabo una sesión formativa donde se informará y pedirá consentimiento por escrito a los padres de los niños.



Imagen 3.6. Centro de desarrollo infantil

### 3.5. Conclusiones de la fase analítica

Todos los criterios diagnósticos de cada trastorno pueden situarse en las diferentes áreas de la pirámide de desarrollo: sensoriales, psicomotrices, cognitivas, psicológicas y emocionales, y ejecutivas. Muchas veces, las conductas observables en dichos trastornos son las más altas en el desarrollo del niño (los procesos superiores en la pirámide de desarrollo): problemas de conducta, dificultades de aprendizaje, en las habilidades sociales,... pero el correcto desarrollo de estas habilidades es la suma de muchas otras más básicas (procesamiento sensorial, habilidades psicomotrices, habilidades comunicativas y lingüísticas, procesos cognitivos como la atención, percepción,...). El tratamiento de estos trastornos no debe dirigirse únicamente a las conductas observables, si no que se debe llegar a las dificultades más básicas que están dificultando un correcto desarrollo en el niño, otorgándole de esta forma, una base firme donde construir nuevos aprendizajes (ayudarle a subir “escalones” en la pirámide de desarrollo).

Muchos de los juegos interactivos actuales trabajan las habilidades superiores del desarrollo, pero gracias al Tabletop NIKVision (la utilización de objetos reales, junto con el gran tamaño de la pantalla de juego), podemos incluir los aspectos psicomotores inherentes al juego tradicional. Este es el punto de partida a la hora de idear las actividades orientadas a esta población: encontrar las dificultades más básicas que están repercutiendo en desarrollo, y encontrar la forma de trabajarlas desde el ocio y el disfrute.

Como se ha comentado anteriormente en este trabajo, el juego es el medio natural de desarrollo y aprendizaje en los niños. A través de los juegos tradicionales, los niños desarrollan sus habilidades: recopilan información sensorial, la procesan e interpretan, y la traducen en aprendizajes cognitivos, motrices, emocionales,...

Todos los medios interactivos cumplen un importante papel con el aprendizaje cognitivo (de hecho son una herramienta primordial, no solo en el desarrollo normal, sino que actualmente se vuelven imprescindibles cuando hay un trastorno o dificultad en el desarrollo). Sin embargo, este tipo de juegos, no ayudan ni favorecen el desarrollo psicomotor, fundamental para las tareas cotidianas de autocuidado y aprendizaje (sin olvidar la influencia que tienen las dificultades motoras o de coordinación en las relaciones con sus pares y las consecuencias emocionales).

Es por ello, que Nickvision se establece como punto intermedio entre el juego tradicional y el juego interactivo, con los beneficios del poder atrayente y motivador en los aprendizajes y procesos cognitivos de las nuevas tecnologías, sin perder la interacción con objetos reales y la adquisición de habilidades psicomotoras imprescindibles para un correcto aprendizaje.

Finalmente, en el diseño de un juego, para poder hacer una propuesta de tareas inherentes que se acomode a las necesidades del niño, no basta tan sólo con conocer las habilidades del mismo. Es necesario profundizar en el análisis de características y naturaleza de las tareas que se deseen proponer, y entonces estar en condiciones de modificarlas y adecuarlas a las capacidades del niño con necesidades educativas especiales. Es decir se deben tener en cuenta tres criterios: necesidades a trabajar en el niño, punto de partida de las habilidades del niño y con ello la naturaleza y complejidad de la tarea propuesta.

## 4. Fase creativa

---

## 4.1. Generación de ideas

Teniendo en cuenta como se produce el desarrollo normal del niño detallado en el Anexo C en la Pirámide del desarrollo, se buscan metas terapeúticas e ideas de posibles juegos que apoyen este desarrollo, y que puedan adecuarse al nivel base de los niños, pudiendo ir amplificando la dificultad de los mismos para fomentar aprendizajes continuos.

Además, estos juegos irán enfocados a aquellas habilidades que, en general, se están viendo afectadas o retardadas, y que condicionan el desempeño funcional del niño en sus tareas cotidianas. También es interesante el plantear juegos cooperativos para varios jugadores, debido a las ventajas y beneficios que supone el juego cooperativo frente al competitivo.

El listado de ideas completo esta expuesto en el anexo D.

## 4.2. Elección de conceptos

En el Brainstorming de objetivos terapeúticos que apoyen el desarrollo humano e ideas de posibles juegos, se ha obtenido un listado muy amplio de actividades. Esto es debido a la heterogeneidad de los trastornos que presenta la población con la que se trabaja. Por lo tanto ha sido necesario encontrar un método de cribado a la hora de decidir los objetivos terapéuticos de los juegos que se van a diseñar.

Para ello se contemplan las posibilidades que ofrece NIKVision frente a otros soportes interactivos:

- Uso de objetos reales (información táctil y habilidades manipulativas y de coordinación)
- Amplia superficie de juego (amplio campo visual interactivo, así como posibilidad de amplitud de movimientos sobre el mismo).
- Posibilidad de uso de ambas manos simultáneamente

Apoyándonos en estas peculiaridades, los juegos que se decide crear son:

- Juego de pescar: Para perfeccionar la habilidades de motricidad fina gracias al uso de una caña de pescar con la que el niño debe dar peces a un gato.
- Juego de abejas: Para trabajar la atención visual, así como los seguimientos visuales largos que el niño realiza siguiendo el vuelo de unas abejas que revolotean alrededor de un árbol.
- Juego del Twister: Para trabajar la coordinación bilateral y el manejo del espacio contralateral gracias a la disposición de las zonas de color del tablero Twister para la mesa NIKVision.
- Juego del fontanero: Para trabajar la coordinación bilateral y el manejo del espacio contralateral gracias a la disposición de una tubería que el niño debe arreglar para ayudar a un fontanero.

El desarrollo de estos juegos se detalla en el siguiente apartado.

## **5. Fase ejecutiva**

---

# 5.1. Juego de pescar

## 5.1.1. Concepción de la idea del videojuego

Este juego transcurre en un tranquilo y precioso lago, rodeado por vegetación a la luz del día. El guión del juego trata de un gato al que le gustan los peces y que espera que el jugador pueda dárselos. El jugador dispone de una caña con la que debe pescar los peces inmersos en el lago, y ofrecérselos al gato que se encuentra impaciente en un muelle a la orilla del lago.

En este juego el gato y el escenario son virtuales, mientras que la caña y los cuatro peces son elementos físicos que el jugador puede manipular.

El objetivo consiste en dar de comer al gato los peces que le gustan, enganchandolos sólo con la caña de pescar hasta que el gato acabe de comer y quede saciado. Sin embargo el gato no quiere comer cualquier clase de pez, ya que sus gustos van variando durante el juego. Los peces que quiere en cada momento, aparecen indicados en el muelle donde se encuentra el gato, y además son indicados al jugador a través del audio. Estos peces se distinguen principalmente por su color, aunque también existen ciertas diferencias en su tamaño y forma. Dependiendo del pez que ofrece el jugador al gato, éste reacciona de una manera o de otra. Si el jugador acierta y le da al gato un pez que le gusta, el gato se pone contento, mientras que si el jugador da al gato un pez que no le gusta, se pone triste.

Game play:

Lo que hace divertido este juego es la capacidad del jugador de manipular una caña de pescar, que le permite imitar la actividad de pescar. También las diversas reacciones del gato cuando el jugador le ofrece peces que le gustan o que no, generan diversión.

Story board:

El espacio central del juego debe estar dedicado al lago y al muelle donde se encuentra el gato, ya que es aquí donde se va a producir toda la acción del juego. Sin embargo tampoco es necesario utilizar toda la amplitud que ofrece la superficie de la mesa, ya que el espacio del lago sería excesivo para los cuatro peces. Así que la parte superior del escenario estará compuesta por la vegetación y el cielo del paraje natural.

## 5.1.2. Justificación terapéutica del videojuego

El objetivo principal del juego es perfeccionar las habilidades de motricidad fina y coordinación, básicas para la escritura y el dibujo, habilidades manipulativas (recortar, encastrar,...), manejo de objetos en tareas de autocuidado (uso de cubiertos, cepillo de dientes, peine...),...

Se debe tener en cuenta que para conseguir una ejecución motora fina eficaz, se precisa una motricidad de miembro superior más gruesa correctamente establecida. En este caso, la postura más eficiente para realizar la acción es mediante la co-contracción del hombro (fijación de la articulación del hombro), y movimiento fluido de muñeca y dedos. Esta postura que implica disociación de los movimientos más distales del brazo de los proximales, es básica para una escritura más precisa y fluida. Es decir, una coordinación de brazo aún inmadura, repercute en una mayor fatiga y peor escritura.

Además, en este juego debe haber un reconocimiento de formas y colores, y la capacidad de asociarlos. También deben estar presentes componentes psicológicos como el manejo de la frustración y perseverancia ante la dificultad que implica la coordinación.

## 5.1.3. Diseño del videojuego

Para la visualización de este videojuego se diseña un escenario que consta de varios elementos gráficos (ver imagen 5.1.). Un muelle de listones de madera rectangulares y de sección circular, en los que se aprecian con detalle las fibras y nudos de la madera. Un lago en distintos tonos de azul con un lecho de tierra y diversos efectos propios del agua como son los reflejos y la refracción de los rayos de luz. Una espesa vegetación de hierba alta que rodea todo el lago y que está realizada en dos planos para dar profundidad al escenario. Un total de cinco piedras distribuidas por la orilla del lago que enriquecen el ambiente, de las cuales algunas se sitúan dentro y otras fuera del agua. Por otro lado sobre el muelle aparecen como muestra las dos clases de peces que le gusta al gato en cada momento.



Imagen 5.1. Visualización videojuego de pescar

El lago es animado para imitar las ondulaciones de la superficie del agua. Esta animación ofrece un gran realismo y dinamismo a la escena.

El personaje del videojuego es un gato amarillo de rayas marrones, con un aspecto agradable e infantil. Este gato es animado para tener tres estados de ánimo. En un estado el gato está contento cuando recibe un pez que le gusta (ver imagen 5.2.), en otro enfadado cuando recibe un pez que no le agrada (ver imagen 5.3.), y en otro normal a la espera de alguna acción del jugador.

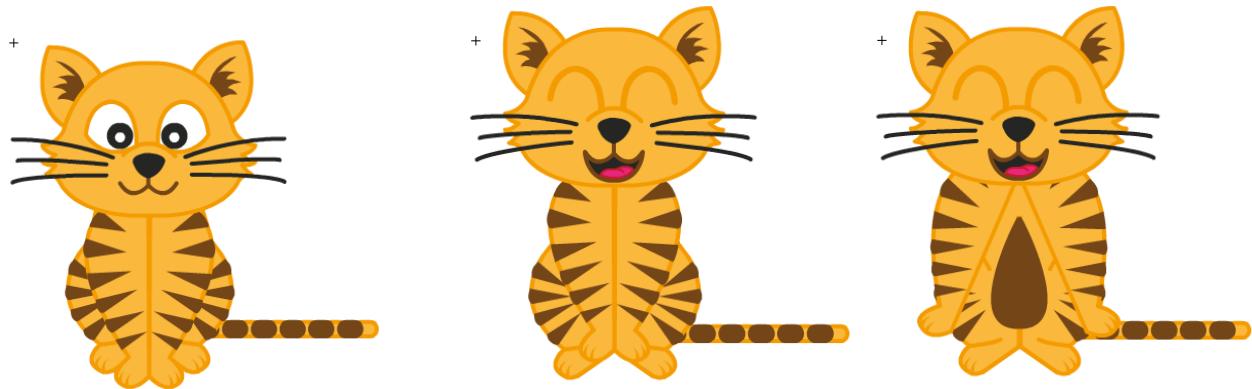


Imagen 5.2. Gato contento



Imagen 5.3. Gato enfadado

También son diseñados los distintos archivos de audio que intervienen a lo largo del juego. Estos archivos de audio contienen diversas frases de apoyo a la comprensión del juego, como por ejemplo para cuando el niño pesca un pez que le gusta o no le gusta al gato.

Por último se diseñan los objetos tangibles que intervienen en el juego. Estos son dos cañas en la que una tiene un hilo más largo que la otra para los distintos niveles de dificultad (ver imagen 5.4.), y las cuatro clases de peces que hay en el lago (ver imagen 5.5.).

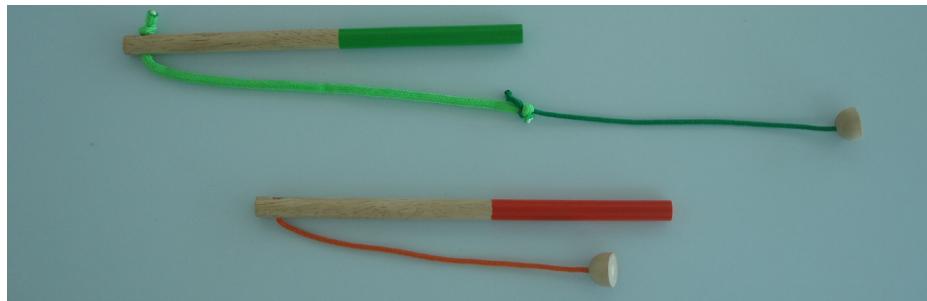


Imagen 5.4. Cañas de pescar



Imagen 5.5. Las cuatro clases de peces

Debido a la pequeña dimensión y forma de los peces de juguete, se ha requerido el diseño de nuevos fiduciales (ver imagen 5.6.). El objetivo es el diseño de fiduciales que no sobrepasen en exceso el tamaño de los peces así como su forma, para que la base no sea desproporcionada, pero que siga siendo legible para la cámara de NIKVision.



Imagen 5.6. Fiduciales de los peces

Todo el proceso de diseño esta explicado detalladamente en el Anexo E, apartado E.1.

## 5.1.4. Producción del videojuego

El videojuego de pescar consta de tres tareas, y cada tarea es como un minijuego para el cual el jugador debe realizar una actividad.

En este juego la actividad es la misma para las tres tareas. La actividad consiste en dar al gato los dos peces que le gusten, con la diferencia de que en cada tarea al gato le gustan dos peces distintos.

Entonces para empezar a jugar se disponen los cuatro peces aleatoriamente sobre el lago, y el jugador debe pescar con la caña los peces que le gustan al gato (que se muestran en el muelle y son indicados por el audio) y depositarlos sobre el muelle al lado del gato. Si el jugador realiza bien la actividad automáticamente el juego pasa a la siguiente tarea, y el jugador debe de volver a dejar los peces en el agua a la espera de ver que peces le gustan al gato en la nueva tarea. Esta es la dinámica que sigue el videojuego.

Si durante el juego se depositan sobre el muelle peces que no le gusten al gato, la actividad no habrá sido resuelta para pasar a la siguiente tarea, y habrá que corregirla devolviendo los peces erroneos al lago. Para que el jugador sea consciente de su error el gato se pondrá triste y sonará un audio donde se explica el error al jugador.

Una vez realizadas las tres tareas satisfactoriamente se da el juego por concluido. La definición de la estructura del videojuego en tareas con el editor se detalla en el Anexo F, apartado F.1.

## 5.1.5. Pruebas y evaluaciones del videojuego

Con el fin de detectar los posibles errores y mejoras en el juego se llevó a cabo una evaluación con los niños del centro ENMOvimenTO, que se detalla en el Anexo G, apartado G.1.

Del análisis de la primera evaluación en la que participaron diez niños durante una semana, se concluyó que existían dos errores importantes a corregir en el juego. Un error ocurría cuando el jugador no deposita los peces en el agua por si mismo al finalizar una tarea (el juego reconoce los peces de la tarea anterior que ha sido completada y da error sin que el jugador haya realizado ninguna acción). Para solventar este error se ha introducido una nueva tarea que consiste en devolver los peces pescados al lago para poder iniciar la siguiente tarea sin ningún problema. Otro error surgía cuando algún jugador colocaba los peces directamente sobre el gato en vez de dejarlos en el muelle que es la zona interactiva preparada para ello. Para corregirlo se optó por incorporar al gato en la zona interactiva del juego junto al muelle.

Una situación que se repitió a menudo en la evaluación es que los jugadores se ayudaban de la otra mano que no coje el palo de la caña para sujetarse el hilo y así quitar dificultad al juego. Sin embargo se considera que conforme el niño vaya adquiriendo precisión y coordinación en sus movimientos irá perdiendo este vicio.

Después de realizar estas correcciones se volvió a hacer una segunda evaluación en la que intervinieron cinco niños siguiendo el mismo método de evaluación durante una semana. En esta evaluación quedó probada la mejoría del juego después de las modificaciones, ya que no se observaron errores de consideración.

## 5.2. Juego de abejas

### 5.2.1. Concepción de la idea del videojuego

Este juego transcurre en un frondoso y solitario árbol, en medio de un entorno natural. Este árbol contiene una gran cantidad de colmenas de abejas que cuelgan de la mayoría de sus ramas. El guión del juego trata de un apicultor que debe recoger la miel que depositan las abejas en las colmenas, y que espera que el jugador pueda dársela. El jugador dispone de un recipiente, con el que debe recoger la miel de dichas colmenas.

Alrededor del árbol revolotean una o varias abejas que terminan por meterse cada una en una colmena diferente. De todas las abejas que vuelan alrededor del árbol sólo hay una que lleva miel. Por tanto cuando las abejas se refugien en las colmenas solo habrá una colmena en todo el frondoso árbol con miel para recoger.

Por ello durante el juego, el jugador debe seguir con la mirada a la abeja que porta la miel y colocar el tarro bajo la colmena en la que crea que se ha escondido. En el caso de que el jugador acierte o se equivoque de colmena, el apicultor reaccionará de una manera o de otra. Si el jugador acierta y pone el recipiente debajo de la colmena con miel, el apicultor se pondrá contento, mientras que si el jugador pone el tarro debajo de una colmena sin miel, el apicultor se pondrá triste. Además en el caso de que el jugador acierte y ponga el recipiente debajo de la colmena con miel, esta miel se derramará automáticamente desde la colmena al interior del tarro. Al mismo tiempo que se reproducen todos estos efectos visuales el jugador también recibe información del transcurso del juego a través del audio.

En este juego el apicultor, las abejas y el escenario son virtuales, mientras que el recipiente que porta el jugador es un elemento físico que puede manipular.

El objetivo consiste pues en recoger para el apicultor toda la miel que necesite.

Game play:

Lo que hace divertido este juego es la dificultad que supone distinguir la abeja que porta la miel del resto, y después seguirla en su vuelo hasta que se esconde en una colmena. También ver como entra la miel de la colmena al recipiente cuando el jugador acierta, así como las diversas reacciones del apicultor cuando el jugador acierta o se equivoca de colmena, generan diversión.

Story board:

Toda la superficie de la pantalla debe ser utilizada en su totalidad para el vuelo de las abejas, permitiendo así realizar mayores seguimientos visuales por parte del jugador. El escenario está compuesto por un árbol en medio de una pradera a plena luz del día, donde también hay un fondo con poco contraste para que el escenario no tenga mucho "ruido" de color que interfiera en su jugabilidad. Las colmenas se sitúan en la zona superior de la pantalla y el apicultor en la esquina inferior derecha de la pantalla para no interferir en el recorrido que sigue el vuelo de las abejas.

## 5.2.2. Justificación terapéutica del videojuego

La amplitud de la pantalla permite practicar largos seguimientos visuales, que se traduce en un trabajo específico de la musculatura ocular. El ejercitamiento de esta musculatura es fundamental para una lectura fluida (dificultad observable cuando los niños se comen palabras, se saltan líneas, necesitan mantener la guía con el dedo para evitarlo), los cambios de puntos de vista y enfoque (constantes en el aula: cuaderno-libro-pizarra-profesora), capacidad para mantener un campo visual estable cuando estamos en movimiento (al montar en bicicleta, al correr para atrapar una pelota en movimiento),...

En este juego se trabaja la atención visual, ya que la dificultad no aumenta sólo con la velocidad de la abeja que lleva la miel, sino con la aparición creciente de elementos distractores (abejas que no llevan miel y también se mueven por la pantalla). Además lo primero a lo que debe prestar atención el niño es a ser capaz de diferenciar esa abeja que lleva miel del resto.

## 5.2.3. Diseño del videojuego

Este videojuego consta de varios elementos gráficos que conforman el escenario (ver imagen 5.7.). Un árbol muy frondoso que es el elemento principal de la escena entorno al cual se disponen el resto de los elementos gráficos. El césped que se sitúa en el suelo del escenario y del que aparecen las abejas y echan a volar. Una serie de colmenas de diversos tamaños y formas que se distribuyen a lo largo de las ramas del árbol. Al fondo de la escena en la lejanía se aprecian tres montañas y un cielo que dan profundidad a ésta. También aparecen varias abejas, de las cuales unas tienen las manos vacías y están tristes porque no han encontrado miel y otra que está contenta porque ha encontrado miel y porta dos tarros llenos.



Imagen 5.7. Visualización videojuego de abejas

Las abejas son animadas para que puedan revolotear por todo el escenario hasta que se meten dentro de las colmenas. Además las propias abejas son animadas para que realicen el batir de las alas necesario para volar y dar realismo al juego.

Otra animación que interviene en el juego es el derramamiento de la miel desde la colmena en la que se esconde la abeja con miel. Para otorgarle realismo a la escena se aprecia como la miel brota de forma viscosa desde el interior de la colmena y que el jugador pueda recogerla.

El personaje del videojuego es un apicultor con una expresión amigable e infantil, que viste con el atuendo típico de los apicultores para evitar las picaduras de las abejas. Este apicultor es animado para tener tres estados de ánimo. En un estado el apicultor está contento cuando el jugador descubre la colmena donde se ha escondido la abeja con miel (ver imagen 5.8.), en otro enfadado cuando el jugador se equivoca de colmena y no consigue la miel (ver imagen 5.9.), y en otro normal a la espera de alguna acción del jugador.

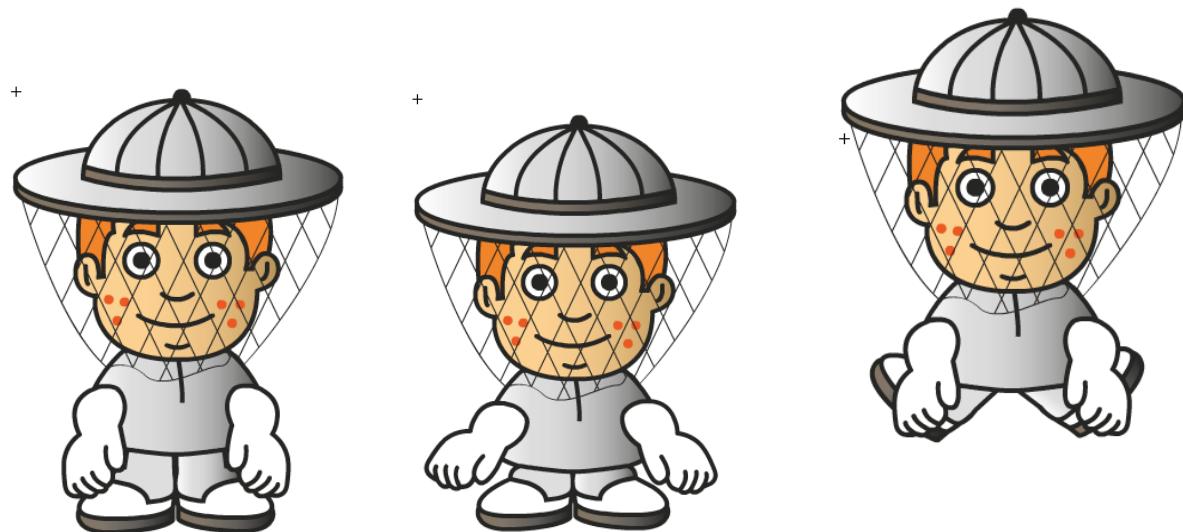


Imagen 5.8. Apicultor contento

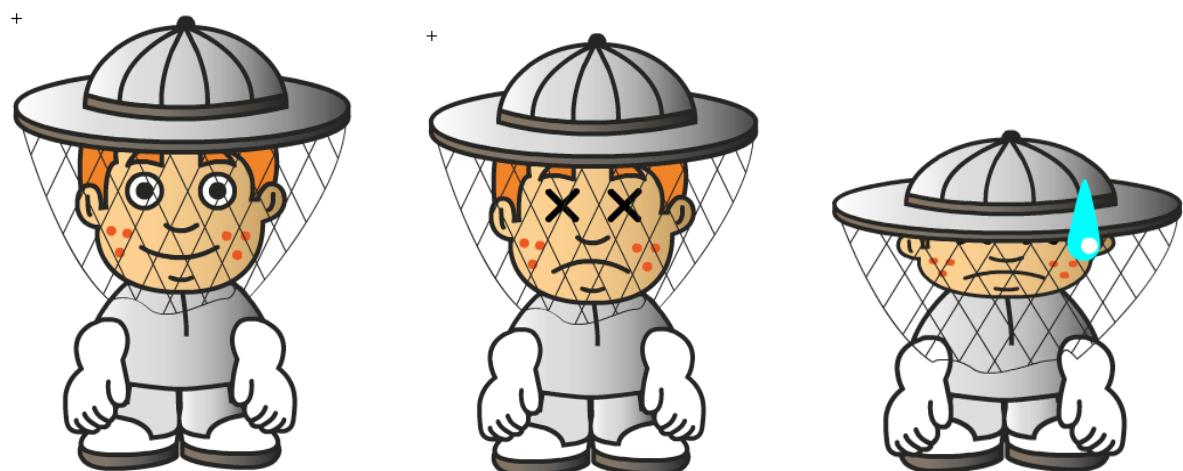


Imagen 5.9. Apicultor triste

También son diseñados los distintos archivos de audio que intervienen a lo largo del juego. Estos archivos de audio contienen diversas frases de apoyo a la comprensión del juego, como por ejemplo al inicio del juego para que el niño comprenda cual es su papel en el juego y que debe hacer.

Por último se diseña el objeto tangible que interviene en el juego. En este caso es un tarro grande (ver imagen 5.10.) que manipula el jugador y donde se almacena la miel que se derrama de las colmenas donde se ha escondido una abeja con miel.



Imagen 5.10. Tarro de miel físico

Todo el proceso de diseño esta explicado detalladamente en el Anexo E, apartado E.2.

## 5.2.4. Producción del videojuego

En realidad son tres los juegos de abejas. En un juego sólo aparece una abeja con miel, en otro juego aparece una abeja con miel y otra sin miel, y en el otro juego aparece una abeja con miel y dos sin miel (con el fin de que cuantas más abejas sin miel hay, más difícil es el juego). Cada juego consta de tres tareas, y cada tarea es como un minijuego para el cual el jugador debe realizar una actividad.

En estos juegos la actividad es la misma en todas sus tareas. La actividad consiste en descubrir la colmena en la que se esconde la abeja con miel, con la diferencia de que en cada tarea la abeja se esconde en colmenas distintas.

El juego comienza con el escenario sin abejas donde suena una instrucción por el audio que dice al jugador que actividad debe realizar mientras van apareciendo las abejas. El jugador debe seguir con la mirada el vuelo de la abeja con miel para descubrir en qué colmena habrá miel y depositar su tarro debajo de dicha colmena. Si el jugador acierta se reproduce la animación de la miel derramándose de la colmena sobre el tarro, el apicultor se pone contento y se pasa a la siguiente tarea. En la siguiente tarea vuelven a aparecer abejas y el jugador debe repetir la misma acción que en la tarea anterior, así durante las tres tareas.

Si el jugador pone el tarro debajo de una colmena sin miel, porque se ha equivocado, la actividad no habrá sido resuelta, y no podrá acceder a la siguiente tarea hasta que acierte donde se encuentra la miel. Para que el jugador sea consciente de su error se le informa por audio y visualmente ya que el apicultor se muestra triste.

Una vez realizadas las tres tareas satisfactoriamente se da un juego por concluido, y se avanza al siguiente de más dificultad. La estructura del videojuego por tareas en el editor se detalla en el Anexo F, apartado F.2.

## 5.2.5. Pruebas y evaluaciones del videojuego

Con el fin de detectar los posibles errores y mejoras en los juegos se procedió a realizar una evaluación con los niños del centro ENMOvimiencTO, la cual se detalla en el Anexo G, apartado G.2.

Del análisis de esta primera evaluación en la que participan nueve niños durante una semana se concluyó que existían dos errores importantes a corregir en el juego. Un error ocurría cuando el jugador deposita el tarro de miel sobre la pantalla mientras las abejas aún vuelan, el juego da error o incluso el niño puede acertar y conseguir la miel antes de tiempo. Para solventar este error se hace que mientras vuelan las abejas el juego no interaccione con el tarro, hasta que no se han ocultado las abejas en las colmenas. Esto se ha logrado dividiendo cada tarea en dos. Otro error surgía cuando el jugador depositaba el tarro en varias colmenas rápidamente, ya que los sonidos que informan al niño se superponen haciendo el juego confuso. Esto se soluciona haciendo que los sonidos no puedan superponerse.

Para terminar se apreció que el número de abejas no aumentaba la dificultad si la velocidad de estas no aumenta notablemente, y que los niños realizaban el juego sin muchas dificultades. Por tanto se desarrollaron dos juegos nuevos, uno con cuatro abejas a una velocidad moderada (nivel intermedio) y otro con cinco abejas a alta velocidad (nivel avanzado).

Después de realizar estas correcciones se volvió a hacer una segunda evaluación durante otra semana en la que interviniieron cinco niños siguiendo el mismo método de evaluación. En esta evaluación quedó probada la mejoría de los juegos después de las modificaciones, ya que no se observaron errores de consideración.

## 5.3. Juego de Twister

### 5.3.1. Concepción de la idea del videojuego

En éste caso el tablero de juego del Twister es la superficie de la mesa NIKVision, y consta de cuatro rectángulos dispuestos en vertical. Cada rectángulo es de un color diferente: rojo, amarillo, azul y verde. Además, se utiliza una especie de dado, que consiste en una ruleta en la que están marcadas dos secciones: mano derecha y mano izquierda. Cada una de estas secciones está dividida en los cuatro colores del tablero de juego, y al girar la flecha de la ruleta, la combinación resultante es la jugada que debe realizar el jugador (ejemplo: mano derecha al amarillo). Las jugadas que debe realizar el jugador siempre siguen la serie: mano izquierda, mano derecha, mano izquierda, mano derecha,..., lo que es aleatorio es el color. Mientras la ruleta indica el movimiento a una mano, la otra mano debe permanecer inmóvil sobre el color de su anterior jugada, ya que sino invalidaría la nueva orden. Si el jugador obvia esta norma no podrá seguir la secuencia, ya que para completar una jugada deben estar ambas manos posicionadas en el último color que le indicó la ruleta.

Este twister también puede ser jugado en modo multijugador, sin embargo no se trata de un juego competitivo, sino de un juego cooperativo. Para el juego multijuador los niños participan alternando turnos de movimientos. Las normas son las mismas que para el juego de un solo jugador, con la diferencia de que, para que una jugada sea por válida, no sólo basta con que el niño que se encuentra realizando la jugada tenga las manos en su ubicación correcta, sino que es necesario que el otro niño también tenga las manos bien posicionadas (de aquí que sea un juego cooperativo). Obviamente con dos jugadores el juego se hace más difícil.

El objetivo del juego consiste en realizar toda la secuencia de movimientos, a pesar de las posturas incómodas que se deban adoptar.

Game play:

La diversión es generada por las diferentes posturas que el niño debe adoptar para completar cada jugada y la aparente aleatoriedad de las jugadas gracias a la ruleta. Además, la satisfacción que provocan las recompensas sonoras por cada jugada cumplida también provoca diversión.

Story board:

Los rectángulos de colores, que son las zonas interactivas, deben aprovechar la amplitud de la mesa para que haya jugadas de cierta dificultad. Por ello, una distribución óptima del juego sería que la ruleta esté situada justo en el medio del tablero y que las barras se dispusieran en parejas a la izquierda y derecha de la ruleta. Por otro lado, las jugadas pueden aparecer en la parte superior del tablero, encima de la ruleta, que es la zona más visible para un usuario apoyado encima de la mesa con sus dos manos.

### 5.3.2. Justificación terapéutica del videojuego

La posibilidad de no usar simplemente un dedo para interactuar con la mesa permite trabajar habilidades de coordinación de todo el miembro superior, y además de coordinación bilateral (uso simultáneo de ambas manos). Estas habilidades son básicas para poder desempeñarnos en la vida cotidiana, ya que la mayor parte de actividades que realizamos, en mayor o menor medida, precisan del uso de una mano como dominante, y la otra mano como no dominante. La mano dominante que es la que dirige la acción y la mano no dominante que apoya y facilita la tarea de forma simultánea, como por ejemplo en la escritura (mano que escribe y mano que sujet a y acomoda el papel). Además, otras muchas tareas, precisan de un uso especializado de ambas manos como broches de las prendas de vestir, cordones,...

En el juego se inhibe la tendencia natural del niño aún no completamente lateralizado (definición de su mano dominante y no dominante), del uso de cada mano en su propio hemicampo (mano derecha en el hemicampo derecho, mano izquierda en el hemicampo izquierdo del juego). Así pues el niño empieza a practicar el manejo del espacio contralateral, que implica el cruce de la linea media del cuerpo por parte de ambas manos.

Además con el juego del Twister se comienza a trabajar el reconocimiento de la propia lateralidad por parte del jugador, distinguiendo su mano derecha de la izquierda.

### 5.3.3. Diseño del videojuego

Este videojuego consta de varios elementos gráficos que conforman el escenario (ver imagen 5.11.). Las cuatro barras de colores donde el jugador debe colocar las manos. La ruleta con la flecha (animada para que se detenga sobre un color en el lado izquierdo o derecho) que indica la próxima jugada. Por último las siluetas de las manos que sirven como indicador de donde deben estar posicionadas ambas manos, y la frase que aparece dando la nueva instrucción de la actividad, como por ejemplo: Mano izquierda al rojo.

También son diseñados los distintos archivos de audio que intervienen a lo largo del juego. Estos archivos de audio contienen diversas frases de apoyo a la comprensión del juego, como por ejemplo la expresión “mano derecha a amarillo” que indica al jugador que movimiento debe realizar, o los aplausos como recompensa.



Imagen 5.11. Visualización videojuego de Twister

Por último se diseñan los objetos tangibles, que es un par de guantes con los dedos recortados y con una pista rotulada sobre que mano es izquierda y cual derecha por si el jugador tiene muchas dificultades (ver imagen 5.12.).

Todo el proceso de diseño esta explicado detalladamente en el Anexo E, apartado E.3.



Imagen 5.12. Guantes Twister

### 5.3.4. Producción del videojuego

El videojuego de Twister consta de veinte tareas, y cada tarea es como un minijuego para el cual el jugador debe realizar la misma actividad.

La actividad consiste en posicionar una mano en el color que indique el juego y la otra mantenerla quieta sobre el color de la actividad anterior. Si se realiza correctamente el jugador es motivado con aplausos cada vez que realiza bien una tarea y pasa a la siguiente, si por el contrario el jugador realiza mal una acción, no podrá pasar a la siguiente tarea hasta que corrija su error.

Una vez realizadas las veinte tareas satisfactoriamente se da un juego por concluido. La estructura del videojuego por tareas en el editor se detalla en el Anexo F, apartado F.3.

### 5.3.5. Pruebas y evaluaciones del videojuego

Se realiza una evaluación y un estudio de las sesiones realizadas con los niños del centro ENMOvimenTO, para localizar errores y posibles mejoras, el cual se detalla en el Anexo G, apartado G.3.

Del análisis de la primera evaluación en la que participaron nueve niños durante una semana, se concluyó que existían dos errores a corregir en el juego. En primer lugar fué necesario una mayor señalización de las barras de colores interactivas, a través de siluetas de manos para que los jugadores no se equivoquen y entiendan que es aquí donde deben depositar sus manos. Otro fué que el juego en ocasiones era relativamente largo y perdía entretenimiento, lo cual se solucionó eliminando algunas tareas y modificando los sonidos para que se ajusten mejor al juego y éste sea más dinámico (por ejemplo acortando los aplausos que duran demasiado tiempo).

Con la información extraída de las pruebas se desarrolló el modo multijugador (ver imagen 5.13.) para que los niños pudieran jugar juntos al Twister, uno en frente del otro por turnos. Estos turnos son marcados por un bocadillo de color negro que se desplaza de un lado al otro de la pantalla.

Gracias a la incorporación del juego multijugador cooperativo los niños refuerzan la atención conjunta (capacidad de prestar atención a la propia actividad del juego al mismo tiempo que a la interacción con el otro niño), además de los beneficios propios del juego cooperativo.



Imagen 5.13. Visualización videojuego de Twister multijugador

Después de realizar estas correcciones se volvió a hacer una segunda evaluación siguiendo el mismo método de evaluación en la que intervinieron cuatro niños y dos parejas para el modo multijugador durante una semana. En esta evaluación quedó probada la mejoría de los juegos después de las modificaciones, ya que los errores corregidos no se volvieron a reproducir. Además junto a la incorporación del juego en su modo multijugador se dió el juego por concluido.

Sin embargo, este juego demuestra ser de una dificultad elevada para la gran mayoría de los niños. El principal problema que presentan la mayoría de los niños es el ser conscientes de su lateralidad y distinguir fácilmente entre su mano derecha e izquierda (a pesar de las pistas de los guantes). Otro problema que aparece en muchos niños es que después de completar una tarea levantan las manos y luego son incapaces de recordar cual era la posición de las manos (a pesar de las pistas de las siluetas de manos de la ruleta). Esto se debe a que en el juego del twister, no hay ningún estímulo externo que ayude al niño a permanecer atento a sus dos manos (haciendo que no olvide la mano que debe permanecer quieta y que luego no levante ambas manos de la mesa), sino que debe integrar por si mismo esta consigna.

Corregir estos problemas era difícil sin romper la propia dinámica del juego, así que se optó por diseñar otro juego distinto que mantuviera las metas terapeúticas pero que resultara menos complicado para los jugadores de menor edad.

Se trata pues de adaptar el juego a un mayor espectro de niños con problemas en el desarrollo. El juego de menor dificultad propuesto es el del fontanero que se explica a continuación.

## 5.4. Juego del fontanero

### 5.4.1. Concepción de la idea del videojuego

Este juego está ambientado en lo que parece las entrañas de una vieja casa, donde queda al descubierto su antigua y desatendida instalación de agua. Esta instalación es sumamente simple ya que sólo dispone de un depósito donde el agua es almacenada, un grifo, y un sistema de tuberías que se encarga de comunicarlos para que el agua llegue de uno a otro. El guión del juego trata de un fontanero que debe arreglar las viejas tuberías de la instalación que no paran de agrietarse provocando fugas de agua una y otra vez. Para esta labor el fontanero cuenta con la ayuda del jugador, que espera que le ayude a conseguir que salga agua del grifo.

Las únicas herramientas de las que dispone el jugador son sus propias manos recubiertas por unos guantes especiales. Para ayudar al fontanero a que salga agua del grifo, el jugador deberá de tapar con sus manos todas las fugas de agua que vayan provocándose durante el juego.

Sin embargo no todas las tuberías y fugas de agua son iguales. Existen dos clases de tuberías y fugas de agua, dependiendo de su color. Éstas pueden ser rojas o azules. El color de la fuga de agua siempre corresponde con el color de la tubería de la que sale. El jugador dispone de un guante rojo en una mano y otro guante azul en la otra mano. Cada guante puede tapar las fugas de agua de su mismo color, sin embargo es inútil para tapar una fuga que sea de otro color.

Entonces el objetivo del juego, es que el jugador tape todas las fugas de agua al mismo tiempo para cerrar el circuito y conseguir que el agua fluya por la tubería para salir por el grifo, las veces que haga falta. En el caso de que el jugador tape correctamente las fugas de agua, el fontanero reaccionará alegrándose.

Este juego también dispone de un modo multijugador para dos personas donde el argumento es el mismo que para un solo jugador, al que se le añaden al azul y rojo dos nuevos colores, verde y amarillo. Como la finalidad es arreglar la tubería para los dos jugadores, no se trata de un juego competitivo, sino de un juego cooperativo.

Game play:

La diversión es generada por las diferentes posturas que el niño debe adoptar para tapar las fugas de agua, que se incrementa en el modo multijugador al cruzar los brazos entre jugadores. Además de la satisfacción que provoca las recompensas sonoras y visuales del personaje y del agua saliendo por el grifo, también provoca diversión.

Story board:

La tubería, que es el elemento interactivo del juego, debe de ocupar el mayor espacio posible en el escenario para que el juego tenga cierta dificultad. Por ello una distribución óptima del juego sería que el depósito este situado en una esquina del escenario, y que el grifo con el fontanero se encuentren en la esquina contraria para ocupar el menos espacio posible.

## 5.4.2. Justificación terapéutica del videojuego

Las metas terapéuticas de este juego son las mismas que para el juego del twister:

- Trabajar habilidades de coordinación de todo el miembro superior
- Coordinación bilateral (uso simultáneo de ambas manos).
- Manejo del espacio contralateral (cruce de la linea media del cuerpo por parte de ambas manos).
- Atención conjunta (modo multijugador)

El juego del fontanero es el paso previo en dificultad al juego del Twister. En este videojuego la coordinación bilateral precisa de un estímulo externo que la apoya, ya que la propia dinámica del juego hace que el niño mantenga la atención sobre sus dos manos (si una se levanta, vuelve a salir agua por la fuga de la tubería).

Además con el juego del fontanero no es necesario el reconocimiento de la propia lateralidad, permitiendo trabajar con mas eficacia las metas terapéuticas descritas anteriormente.

Estas habilidades son básicas para poder desempeñarnos en la vida cotidiana,

## 5.4.3. Diseño del videojuego

Para la visualización de este videojuego se diseña un escenario que consta de varios elementos gráficos (ver imagine 5.14.). el elemento central del escenario es la tubería por la que fluye el agua desde el depósito al grifo. Esta tubería tiene un aspecto anticuado y es de diversos colores. El fondo de la escena esta formado por una pared de ladrillos sobre la que se proyecta la sombra de las cañerías y da profundidad al escenario.

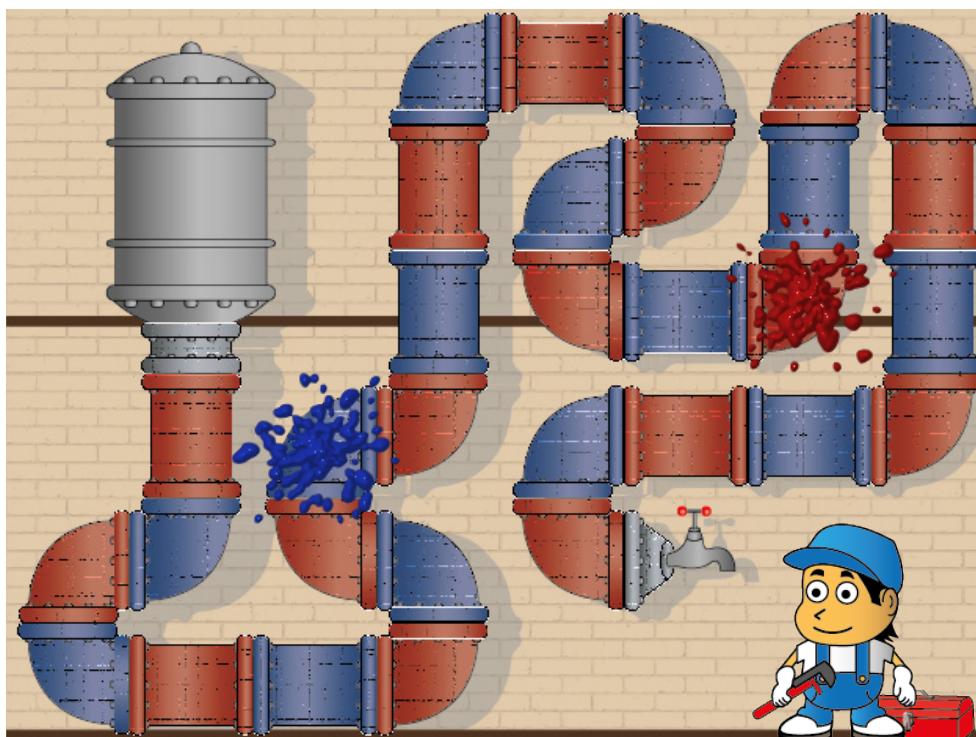


Imagen 5.14. Visualización videojuego del fontanero

Existen varias animaciones para el videojuego. Unas son las diversas fugas de agua de colores que aparecen a lo largo de la tubería, y otra es el chorro de agua que brota del grifo cuando el circuito del agua se encuentra en buenas condiciones.

El personaje del videojuego es un fontanero vestido con un mono y gorra azul, que ademas sujeta una llave inglesa de su caja de herramientas. Este fontanero es animado para tener dos estados de ánimo. En un estado el fontanero esta contento porque el jugador arregla la tubería (ver imagen 5.15.), y en otro se encuentra normal a la espera de alguna acción del jugador (ver imagen 5.16.).



Imagen 5.15. Fontanero contento



Imagen 5.16. Fontanero a la espera

Además se ha desarrollado otra animación para que salga agua del grifo (ver imagen 5.17.) en el momento que se complete una tarea cerrando el circuito de la tubería.

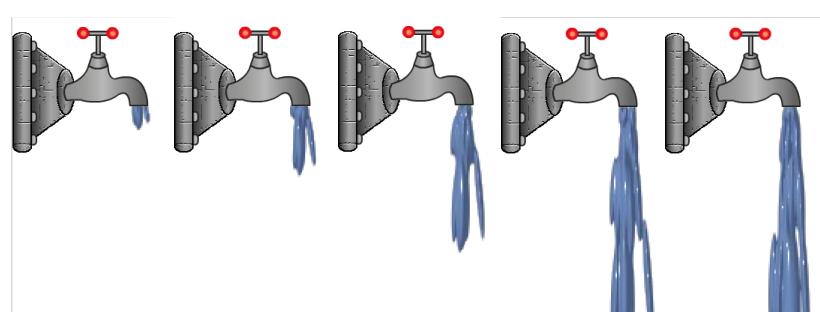


Imagen 5.17. Animación grifo abierto

También son diseñados los distintos archivos de audio que intervienen a lo largo del juego. Estos archivos de audio contienen diversas frases de apoyo a la comprensión del juego, como por ejemplo para cuando el niño se equivoca e intenta tapar una tubería con un guante de distinto color.

Por último se diseñan los objetos tangibles que intervienen en el juego. En este caso es un par de guantes, para el modo un jugador (rojo y azul), a los que se añade un par más de guantes (amarillo y verde) para el modo multijugador (ver imagen 5.18.). Este mismo código de colores de los guantes es seguido por los colores de la tubería para el modo de un jugador y para el modo multijugador del juego (ver imagen 5.19.).



Imagen 5.18. Guantes del fontanero

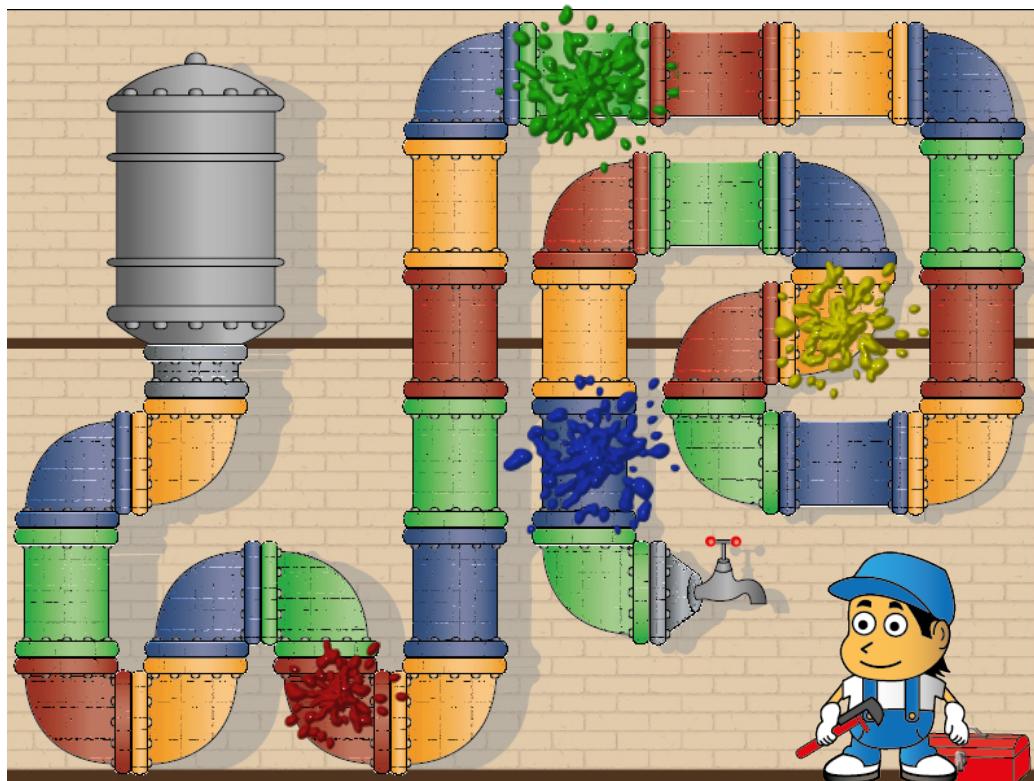


Imagen 5.19. Visualización videojuego del fontanero multijugador

Todo el proceso de diseño esta explicado detalladamente en el Anexo E, apartado E.4.

#### **5.4.4. Producción del videojuego**

El videojuego de pescar consta de cinco tareas, y cada tarea es como un minijuego para el cual el jugador debe realizar una actividad.

En este juego la actividad es la misma para las cinco tareas. La actividad consiste en tapar las fugas de agua que tenga la tubería con las manos, para que salga el agua por el grifo.

Al empezar el juego se reproducen por el audio las instrucciones que explican al jugador cual debe ser la actividad a realizar. El jugador debe de tapar las dos fugas de agua al mismo tiempo, ya que debe de estar el circuito cerrado para que el agua fluya por la tubería y salga por el grifo. Esto es asumido por el jugador en el momento que aprecia que vuelve a salir agua por la fuga cuando este levanta la mano. Así pues cuando el jugador tapa correctamente las fugas de la tubería el grifo funciona durante unos segundos, pero después el juego pasa a la siguiente tarea en la que aparecen nuevas fugas de agua por tapar. Esta es la dinámica del juego que se repite a lo largo de las cinco tareas. En el caso que el niño se equivoque de color al tapar una fuga, observará que es inútil por que sigue saliendo agua por la fuga, ademas de que también será avisado por audio de su error. Una vez realizadas las cinco tareas satisfactoriamente se da el grifo por arreglado y el juego por concluido.

Para el caso del juego multijugador la temática y mecánica del juego es la misma con la única diferencia de que ahora hay cuatro fugas diferentes en la tubería a tapar. La estructura del videojuego por tareas en el editor se detalla en el Anexo F, apartado F.4.

#### **5.4.5. Pruebas y evaluaciones del videojuego**

Con el fin de detectar los posibles errores y mejoras en el juego se procedió a realizar un análisis de estudio de las sesiones realizadas con los niños del centro ENMOvimiENTO, el cual se detalla en el Anexo G, apartado G.4.

Del análisis de la evaluación en la que participaron cinco niños y tres parejas en el modelo multijugador durante una semana, se concluyó que se habían solventado todos los problemas de jugabilidad que presentaban muchos niños respecto al juego del Twister. En primer lugar el desconocimiento por parte del jugador de cual es su mano izquierda y cual su derecha ya no es necesario gracias a que el concepto izquierda y derecha es sustituido por el código de colores. En segundo lugar el problema de que el niño no permanezca atento a la posición de sus dos manos se soluciona gracias a la nueva metáfora que ofrece el juego del fontanero. Ahora el niño ve y comprueba por su propia experiencia que debe tapar las fugas con sus dos manos al mismo tiempo y que si levanta una de las manos ya no sale el agua por el grifo. Este es el estímulo por el que el jugador esta motivado a realizar la acción con las dos manos y no levantarlas de la mesa.

Por otra parte no se observaron problemas de confusión con la zona interactiva del juego (las fugas) o con la duración del juego, como ocurría al principio con el juego del Twister antes de sus modificaciones. Sin embargo durante la evaluación se observó que un par de fugas estaban demasiado separadas para el niño más pequeño de la evaluación, así que este error se corrigió para que el juego se adaptara a todos los niños.

Se concluye que este juego es perfecto para alcanzar las mismas metas terapeúticas que en el juego del Twister, pero esta vez el juego se adapta perfectamente a los niños de menor edad que más dificultades mostraban a la hora de jugar al juego del Twister.

## **6. Conclusiones y trabajo futuro**

---

## 6.1. Conclusiones

En la realización de este proyecto se han alcanzado todos los objetivos propuestos inicialmente:

Se ha realizado un estudio detallado de los niños con problemas en el desarrollo, con el fin de que los juegos desarrollados esten orientados hacia este público y la actividad terapeútica sea lo más eficiente posible.

Se ha seguido la metodología establecida a la hora del desarrollo de los juegos. Gracias a esto se han conseguido desarrollar juegos entretenidos y atractivos para los niños que influye en una mayor predisposición a la terapia a través de la diversión y el disfrute. Durante el desarrollo del proyecto se ha mantenido una continua comunicación con los profesionales del Centro ENMOvimiENTO para definir los distintos juegos y sus objetivos terapeúticos, para ser incluidos en las terapias.

Se han diseñado cuatro modelos de juegos distintos para la mesa tangible NIKVision, destinados a niños con problemas en el desarrollo. Estos juegos son apropiados y atractivos para conseguir un plus de motivación en la terapia a través del juego, que ayude en la consecución de los objetivos terapeúticos.

Para la corrección de ciertos problemas en los videojuegos se ha utilizado la información extraída de las distintas evaluaciones en las que los niños han podido jugar e interactuar con los juegos diseñados para la mesa NIKVision.

## 6.2. Trabajo futuro

En cuanto al trabajo futuro se plantean nuevas mejoras para los videojuegos que van ligadas a avances en la propia tecnología de programación de la mesa NIKVision.

Para el juego de pescar se plantea que la mano que no participa en el juego (la mano que no sujetla la caña) tenga que hacer algo. Por ejemplo mantenerse quieta sobre la pantalla sujetando la tapa de una cesta donde estan los peces ya pescados y aún vivos) y así forzar a los niños a que no hagan trampas.

Para el juego de las abejas incorporar la capacidad de que el niño pueda atrapar las abejas en pleno vuelo, para pasar así a coordinar conjuntamente la visión con el movimiento de la mano.

Para el juego del Twister programar una función que permita que la ruleta que marca las jugadas se detenga en un color u otro por “azar”. Esto implica que los movimientos que realiza el jugador no siga siempre un mismo patrón que puede ser memorizado por éste restando diversión al juego.

Por otro lado debido a la heterogeneidad del público al que van destinados estos videojuegos, sería interesante profundizar más en adaptar los juegos para el mayor número de niños posibles. Esto implicaría desarrollar muchos más niveles de dificultad para todos los juegos ya diseñados.