



**UNIVERSIDAD DE TALCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO DE  
VIDEOJUEGOS Y REALIDAD VIRTUAL**

**Benji, un apoyo tecnológico y lúdico para niños  
con TEA (Trastorno del Espectro Autista)**

**KATHERINE LÓPEZ QUIROZ.**

Profesor Guía: MARCO GONZÁLEZ.

Profesor Co-guía: LIZA JEGÓ.

Memoria para optar al título de  
Ingeniero en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual

Talca – Chile  
Junio, 2021

## CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

*Dedicado a mi madre Claudia por siempre apoyarme y estar a mi lado en cada paso que he dado en mi corta vida, aguantandome cada día que pasa y siendo mi persona favorita en el mundo. A mi hija perruna, Pascuala, que con su amor y languetazos hace mis días cada vez mejores. A mi padre Christian, por ayudarme en cada momento de dificultad y darme ánimo para continuar. A su esposa Paula, que más que su esposa es mi amiga y segunda mamá. Mis hermanos, Renato y Martin que son mi motor de cada día, cada batalla que doy siempre están ellos en mi mente apoyandome y dándome fuerza. A mis abuelos Juanin (janjarri como le digo de cariño), Raquel (Mami Raquel) y Daniel (Ñatito), que con cada detalle, risa, broma y apoyo hacían de mi vida una fuente de felicidad infinita. A mis tías Carmen y Mariela por apoyarme emocionalmente en cada momento de mi vida. A mis primos*

*y sobrinos que me motivaron siempre con cada una de sus bromas y cariños. A los padres, hermanas y cuñados de Paula, Abuela María, Tata Hernán, tía Pachi, Vivi, Yayin y tío Wilson, por siempre hacerme parte de sus vidas y darme amor. A mi compañero de vida César, que ha estado ahí con su infinita paciencia y amor, brindandome el apoyo necesario para continuar, siempre diciéndome que siguiera adelante y que podía con todo. A mis suegros, cuñadas y cuñados, que a pesar de la distancia siempre me brindaron su apoyo y celebraron mis triunfos. A mis amigos cercanos Tomás, Claudia, Victoria, Fernanda (prima), Luis, Matías (alias Enero), Daniela y Kaina, por siempre animarme y contenerme en cada momento. A mi tía Maripi junto a su familia y mi tía Isabel, que cada vez que podían me ayudaban a levantar mi ánimo.*

*Gracias familia, por haberme forjado como la persona que soy, me formaron con reglas y algunas libertades, de lo cual estoy muy agradecida. Me han motivado a alcanzar todos mis anhelos, y sé, que siempre estarán para lo que necesite. Espero se sientan muy orgullosos de mí, como yo lo estoy de ustedes.*

## AGRADECIMIENTOS

En este momento tan especial, quisiera agradecer a todas las personas que fueron parte de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta. A la srta Elizabeth, alias tía Eli, por cada vez que fui corriendo a su oficina por ayuda y ella sin pensarlo ofrecía su ayuda tanto educativa como emocionalmente. A su vez, agradecer a cada uno de los profesores que fueron parte de este proceso universitario, en especial al profesor Gabriel DeIoannes, quien en los primeros años de carrera fue un pilar fundamental para conocer el área en la cual me dedicaría profesionalmente. Al profesor Pablo Rojas, que me otorgó su apoyo cada vez que lo necesité para continuar en la carrera. Al director de Carrera, Nicolás Barriga, por su gran disposición con los alumnos. A Jae Ryoung quien fue mi profesora y siempre me animó a seguir mi camino, a quién considero como una amiga más allá de lo educativo. A mi co-guía en este proceso, la profesora Liza Jegó, quien me brindó todo su apoyo y fomentó en mi el full power femenino. A Valeska Baeza, por brindarme todo su apoyo y conocimiento en este proceso y siempre confiar en mi. A Ghilian Navea, por otorgarme la oportunidad de conocer un poquito más del TEA.

Y finalmente agradecer con todo mi corazón al profesor guía de este proceso, el sr. Marco González, que aunque le saqué canas verdes, siempre estuvo con su hombro para cuando lo necesitaba. Me demostró que las cosas pasan por algo y que se necesita sólo una persona que confíe en ti para que tus sueños se hagan realidad.

## TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	III
Tabla de Contenidos	IV
Índice de Figuras	VIII
Índice de Tablas	XII
Resumen	XIII
<b>1. Introducción</b>	<b>15</b>
1.1. Problemática . . . . .	16
1.2. Objetivos de proyecto . . . . .	18
1.2.1. Objetivos generales . . . . .	18
1.2.2. Objetivos específicos: . . . . .	18
1.3. Metodología de diseño . . . . .	18
1.3.1. Investigación . . . . .	19
1.3.2. Diseño . . . . .	20
1.3.3. Prototipado . . . . .	20
1.3.4. Testeo . . . . .	20
1.3.5. Implementación . . . . .	20
1.4. Estado del arte . . . . .	21
1.4.1. Videojuegos . . . . .	21
1.4.2. Serious games . . . . .	24
1.4.3. Aprendizaje lúdico tecnológico . . . . .	24
<b>2. Marco teórico</b>	<b>26</b>
2.1. Trastorno del espectro Autista (TEA) . . . . .	26
2.1.1. Definición: . . . . .	26
2.1.2. Clasificación del trastorno: . . . . .	27

2.1.3.	Grados del trastorno . . . . .	29
2.1.4.	Sintomatología del cuadro diagnóstico: . . . . .	29
2.2.	Problemática de los niños con autismo . . . . .	30
2.3.	Investigación con padres, tutores y educadores diferenciales . . . . .	31
2.4.	Técnicas lúdicas de aprendizaje para niños TEA . . . . .	32
2.5.	¿Por qué desarrollar un Videojuego? . . . . .	33
2.6.	Videojuegos como herramienta educativa para niños con TEA . . . . .	34
2.7.	Herramientas para el desarrollo de videojuegos . . . . .	35
2.7.1.	Motores gráficos de videojuegos . . . . .	35
2.7.2.	Herramientas de diseño para el desarrollo de videojuegos . . . . .	38
2.7.3.	Proceso de conceptualización del diseño en videojuegos . . . . .	40
2.8.	Estudio de mercado y competencia . . . . .	40
2.8.1.	Necesidad actual de las tecnologías de la infomación y comunicación (TIC'S) en Chile . . . . .	41
2.8.2.	Definición de grupo objetivo para el proyecto . . . . .	41
2.8.3.	Clientes potenciales . . . . .	42
2.8.4.	Business Model Canvas . . . . .	42
<b>3.</b>	<b>Metodología del desarrollo del software</b>	<b>45</b>
3.1.	¿Qué son las metodologías de software? . . . . .	45
3.1.1.	Metodologías tradicionales . . . . .	46
3.1.2.	Metodologías ágiles . . . . .	48
3.1.3.	Comparación entre metodologías tradicionales y ágiles . . . . .	52
3.1.4.	Metodología de desarrollo a utilizar . . . . .	53
<b>4.</b>	<b>Documento de diseño del videojuego</b>	<b>56</b>
4.1.	GDD (Game Design Document) . . . . .	56
4.1.1.	Especificaciones técnicas . . . . .	56
4.1.2.	Resumen del videojuego . . . . .	57
4.1.3.	Jugabilidad y mecánicas . . . . .	57
4.1.4.	Historia, personajes y objetos . . . . .	62
4.2.	Concepto de arte . . . . .	65
4.2.1.	Interfaz . . . . .	65
4.2.2.	HUD . . . . .	71

4.3.	Diseño de personajes . . . . .	72
4.3.1.	Personaje principal: Benji . . . . .	72
4.3.2.	Personajes secundarios: . . . . .	77
4.4.	Diseño de nivel y objetos . . . . .	86
4.5.	Música y sonidos . . . . .	92
4.6.	Nivel . . . . .	93
4.6.1.	Progresión . . . . .	93
4.6.2.	Implementación de progresión dentro de Unreal Engine . . . . .	94
4.7.	Eventos importantes . . . . .	95
4.7.1.	Inicio / tutorial . . . . .	96
4.7.2.	Recolección de puzles . . . . .	96
4.7.3.	Encuentro con otros personajes . . . . .	97
4.8.	Realización de puzle . . . . .	98
<b>5.</b>	<b>Implementación</b>	<b>99</b>
5.1.	Mecánicas principales . . . . .	99
5.1.1.	Sistema de diálogos y representación de los pictogramas . . . . .	99
5.1.2.	Recolección de estrellas . . . . .	103
5.1.3.	Recolección de piezas para el puzle . . . . .	104
5.1.4.	Eventos del personaje . . . . .	105
<b>6.</b>	<b>Testeos</b>	<b>110</b>
<b>7.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>113</b>
7.1.	Conclusiones en base a testeos con usuarios potenciales . . . . .	113
7.2.	Conclusiones en base a implementación . . . . .	113
7.2.1.	Conclusiones generales . . . . .	114
	<b>Glosario</b>	<b>115</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>116</b>
	<b>Apéndices</b>	
<b>A:</b>	<b>Primer Apéndice: Enlaces importantes</b>	<b>121</b>
A.1.	Enlace de planificación del proyecto completo. . . . .	121

A.2. Entrevista con Ghilian Navea, profesional en el área de niños con TEA.	121
A.3. Trailer del Videojuego y ejecutable . . . . .	121
A.4. Testeos con usuarios potenciales. . . . .	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

	página
1.1. <b>Ilustración propia:</b> Resumen de la metodología a usar. . . . .	18
1.2. <b>Imagen extraída de la web:</b> Vista del entorno de AutCraft. . . . .	21
1.3. <b>Imagen extraída de la web:</b> Screenshot del videojuego. . . . .	22
1.4. <b>Imagen extraída de la web:</b> Usuarios jugando Pico's Adventure. . . . .	22
1.5. <b>Imagen extraída de la web:</b> Interfaz de usuario de la app. . . . .	23
1.6. <b>Imagen extraída de la web:</b> Ejemplo de comunicación. . . . .	23
1.7. <b>Imagen extraída de la web:</b> Niño interactuando con juegos del proyecto Azahar. . . . .	24
1.8. <b>Imagen extraída de la web:</b> Aplicación José Aprende. . . . .	25
1.9. <b>Imagen extraída de la web:</b> Portada App iSecuencias. . . . .	25
2.1. <b>Ilustración propia:</b> Comparación ilustrada de la DSM-IV y la DSM-V. . . . .	27
2.2. <b>Imagen extraída de la web:</b> Ejemplo de videojuego realizado en unity. . . . .	36
2.3. <b>Imagen extraída de la web:</b> Desarrollo de entorno con Unreal Engine 4. . . . .	37
2.4. <b>Imagen extraída de la web:</b> Ejemplo de modelado en Blender. . . . .	38
2.5. <b>Imagen extraída de la web:</b> Modelado en Maya. . . . .	39
2.6. <b>Imagen extraída de la web:</b> Logo de cada programa mencionado. . . . .	40
2.7. <b>Ilustración propia:</b> Business model canvas. . . . .	43
3.1. <b>Imagen extraída de la web:</b> Representación metodología cascada. . . . .	47
3.2. <b>Imagen extraída de la web:</b> Ejemplo de prototipo entregado a cliente. . . . .	48
3.3. <b>Imagen extraída de la web:</b> Representación metodología SCRUM. . . . .	50
3.4. <b>Imagen extraída de la web:</b> Representación gráfica metodología XP. . . . .	51
3.5. <b>Imagen extraída de la web:</b> Ejemplo de metodología Kanban. . . . .	52
3.6. Parte 1 de la planificación. . . . .	54
3.7. Parte 2 de la planificación. . . . .	55
4.1. <b>Imagen extraída de la web:</b> Recolección de piezas de puzzle en el videojuego Braid. . . . .	58
4.2. <b>Imagen extraída de la web:</b> Reconocimiento de pictogramas. . . . .	59

4.3. <b>Ilustración propia:</b> Representación del flujo de juego lineal. . . . .	60
4.4. <b>Ilustración propia:</b> Transición luego de presionar el botón de inicio en el juego (botón representado por el símbolo al centro de la pantalla). . . . .	60
4.5. <b>Ilustración propia:</b> Menú de pausa luego de presionar el botón de pausa directamente en el ícono. . . . .	61
4.6. <b>Imagen extraída de la web:</b> Representación de los controles a utilizar. . . . .	61
4.7. <b>Ilustración propia:</b> Benji digitalizado, de frente, lado y de espalda. . . . .	62
4.8. <b>Ilustración propia:</b> Connie digitalizado, de frente, lado y de espalda. . . . .	63
4.9. <b>Ilustración propia:</b> Maxin digitalizado, de frente, lado y de espalda. . . . .	63
4.10. <b>Ilustración propia:</b> Gabriela Digitalizada, de frente, lado y de espalda. . . . .	64
4.11. <b>Imagen extraída de la web:</b> Menú del videojuego Monument Valley. . . . .	65
4.12. <b>Ilustración propia:</b> Primer moodboard genérico. . . . .	66
4.13. <b>Ilustración propia:</b> MoodBoard estética y colores. . . . .	67
4.14. <b>Ilustración propia:</b> MoodBoard del entorno de Benji. . . . .	68
4.15. <b>Ilustración propia:</b> Portada del juego (menú inicial.) . . . . .	69
4.16. Primera vista del personaje y el entorno 3D dentro del motor Unreal Engine 4. . . . .	69
4.17. <b>Ilustración propia:</b> Representación de los pictogramas. . . . .	70
4.18. Vista de los pictogramas dentro del videojuego. . . . .	71
4.19. Vista del menú de pausa. . . . .	72
4.20. MoodBoard de referencias para Benji. . . . .	73
4.21. Boceto de Benji. . . . .	74
4.22. Boceto de Benji digitalizado. . . . .	74
4.23. Proceso de modelado dentro de Maya . . . . .	75
4.24. Texturización. . . . .	75
4.25. Benji modelado en 3d. . . . .	76
4.26. Referencias iniciales de Connie. . . . .	77
4.27. Digitalización correcta de Connie. . . . .	78
4.28. Modelado de Connie en Maya 2021. . . . .	78
4.29. Connie texturizada en Substance Painter. . . . .	79
4.30. MoodBoard de Maxin. . . . .	80
4.31. Digitalización de Maxin correcta. . . . .	81
4.32. Maxin modelado en Maya 2021. . . . .	81
4.33. Maxin texturizado en Substance Painter. . . . .	82

4.34. MoodBoard de Gabriela. . . . .	83
4.35. Digitalización de Gabriela correcta. . . . .	84
4.36. Modelado de Gabriela en Maya 2021. . . . .	84
4.37. Gabriela texturizada en Substance Painter. . . . .	85
4.38. <b>Ilustración propia:</b> Diseño de nivel digitalizado en 2D. . . . .	86
4.39. Fase prototipo para testear nivel. . . . .	87
4.40. Recursos utilizados dentro del proyecto. . . . .	88
4.41. Recursos utilizados dentro del proyecto. . . . .	89
4.42. Vista de nube en Unreal Engine 4. . . . .	90
4.43. Vista de estrella en Unreal Engine 4. . . . .	90
4.44. Vista de una pieza del puzle dentro del juego. . . . .	91
4.45. Sonidos implementados dentro de unreal engine. . . . .	92
4.46. <b>Imagen extraída de la web:</b> Captura de pantalla de cinemática de Unravel two. . . . .	93
4.47. <b>Imagen extraída de la web:</b> Gameplay Badland. . . . .	94
4.48. Vista genérica del jardín principal. . . . .	94
4.49. Vista genérica de la casa. . . . .	95
4.50. Vista panorámica del la parte dos del bosque. . . . .	95
4.51. Ejemplo de explicaciones en la fase tutorial. . . . .	96
4.52. Retroalimentación al obtener pieza. . . . .	97
4.53. Representación de encuentro con personaje. . . . .	97
4.54. Realización de puzle para poder cruzar hacia el otro lugar. . . . .	98
5.1. Blueprint de Texto parte 1. . . . .	100
5.2. Blueprint de Texto parte 2. . . . .	100
5.3. Blueprint de Texto parte 3. . . . .	101
5.4. Interfaz del texto. . . . .	101
5.5. Widget de diálogo, con las referencias a las imágenes de los pictogramas. . . . .	102
5.6. Configuración para que se mostrase el contador en todo momento. . . . .	103
5.7. Blueprint para agregar la pieza a la matriz. . . . .	104
5.8. Instancia para asignar la pieza al puzle. . . . .	104
5.9. Mostrar retroalimentación de puzle en pantalla. . . . .	105
5.10. Movimiento del personaje. . . . .	105
5.11. Evento cruzar con puente parte 1. . . . .	106

5.12. Evento cruzar con puente parte 2. . . . .	106
5.13. Evento cruzar con puente parte 3. . . . .	107
5.14. Evento cruzar con puente código inicial con verificación de secuencia. . . . .	107
5.15. Evento colisión 1. . . . .	108
5.16. Evento colisión 2. . . . .	109
5.17. Evento colisión 3. . . . .	109
6.1. Gaspar Romero, 6 años, diagnosticado con TEA de grado 1. . . . .	111
6.2. Felipe Campos, 7 años, diagnosticado con Asperger de grado 1. . . . .	112

## ÍNDICE DE TABLAS

	página
2.1. Criterios diagnósticos para el TEA. . . . .	28
2.2. Descripción breve de los grados de severidad del TEA. . . . .	29

## RESUMEN

Según la DSM5(volumen estandarizado que detalla y clasifica los trastornos mentales para la mejoría de la diagnosis, del tratamiento, y de la investigación en el campo de la psiquiatría[1]). Se clasifica el TEA(Trastorno del Espectro Autista) como, la condición del Espectro Autista que corresponde a un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por presentar un déficit sostenido en la comunicación e interacción social y comportamientos repetitivos e intereses restringidos, que no se explican por retraso en el desarrollo. La sintomatología del cuadro se presenta en la primera infancia que a lo largo del desarrollo de los pequeños que lo padecen causa un deterioro clínicamente significativo limitando su funcionamiento cotidiano [2].

Dentro de las personas que viven con TEA pueden variar los síntomas, los que pueden ser: dificultades para relacionarse con el resto, preferencia a estar solos, escaso o nulo contacto visual, dificultad al expresar sus sentimientos y dificultad al comprender sentimientos ajenos, realizar acciones repetidamente, tener dificultades en el desarrollo del habla, no responder a su nombre lo que en muchas ocasiones lleva a que los demás piensen que no los escuchan. El funcionamiento de cada niño varía, desde poseer un comportamiento muy alto o exacerbado, hasta ser de un carácter hipotónico y más retraídos[3].

Se ha descubierto que las intervenciones basadas en juegos que implican el uso de la tecnología facilitan la motivación y los procesos de aprendizaje y comunicación en niños con TEA. Es por eso que presentamos *BENJI*, un videojuego para computador realizado con el propósito de fomentar la comunicación y conectar al niño con un amigo tecnológico, con el cual podrá interactuar y aprender sobre autocuidado, expresión de sentimientos tanto propios como ajenos y estimular la socialización con otros niños, de una forma lúdica. Para esto, se realizará un estudio acerca de las problemáticas que más les aquejan a los padres de niños con TEA a la hora de enseñarles a sus hijos las situaciones cotidianas. La investigación se realizará en conjunto con profesionales que se desempeñan en el área de educación de niños con TEA, para saber como tratar dichos temas de una forma correcta. Es por eso que se plantea el hecho de mostrarles estos conocimientos a través de una pantalla y con un personaje animado quien será su amigo, con el propósito de que los niños comprendan mejor las situaciones cotidianas.

El videojuego contará la historia de Benji, un niño con TEA que ha perdido su juguete favorito, *Connie*, un conejo de peluche que siempre ha estado con él, sin embargo un día desaparece sin dejar rastro. Comienza el videojuego cuando pide ayuda para encontrar a Connie. Dentro de las pequeñas aventuras el objetivo es que ambos, tanto Benji como el jugador, se vayan apoyando en las situaciones que irán sucediendo, como toparse con extraños, afrontar pruebas como puzzles, retos de la vida cotidiana de un niño, etc.

Se espera que Benji aporte de una forma significativa al desarrollo de tecnologías lúdicas como los videojuegos, para el aprendizaje de los niños con TEA, generando una herramienta que potencie las habilidades que aquellos educadores diferenciales o las propias familias tienden a hacer de forma presencial, teniendo esta herramienta como un complemento a los aprendizajes ya entregados.

Si bien existen otros videojuegos orientados al aprendizaje y entretenimiento de los niños con TEA, se quiere recalcar el uso de tecnologías y potenciar el área, ya que se ha demostrado que los videojuegos educativos han aportado enormemente al desarrollo cognitivo y las habilidades sociales en niños con TEA. Por ejemplo, el caso del videojuego *Pico's Adventure*, ha aportado significativamente a la hora de reevaluar la interacción social en niños con TEA, debido a su forma didáctica de representar el entorno con una mascota llamada Pico. Si bien este videojuego pretende que el niño juegue en un computador, se espera que tenga un impacto positivo a la hora de desarrollar la coordinación del niño.

# 1. Introducción

---

La industria de los videojuegos si bien es amplia, hay varios campos que se han podido desarrollar mediante los *Serious Games*, desarrollando formas de aprendizaje a partir de videojuegos para las diferentes ramas educativas y sociales para todas las edades. Aunque hay un avance enorme en cuanto a abordar la educación mediante tecnologías, aún no se ha explorado de la forma correcta ciertas problemáticas como lo es el Trastorno del Espectro Autista (TEA). Es por ello que dentro de este documento se presentará de una forma adecuada el trastorno y como abordarlo con herramientas tecnológicas orientadas al desarrollo de habilidades cognitivas de niños con el espectro.

Las personas con la condición, tienden a tener problemas con las destrezas sociales, emocionales y de comunicación. Muchas personas con TEA también tienen distintas maneras de aprender, prestar atención o reaccionar ante las cosas. Algunos de los signos comienzan durante la niñez temprana y, por lo general, duran toda la vida.

Diferentes estudios y trabajos nombran el sentido visual siendo el mejor preservado en las personas que padecen el Trastorno del Espectro Autista (TEA), junto con la aseveración de que la mayoría de las personas TEA son pensadores visuales en vez de verbales [4]. Siendo estos factores de suma importancia a la hora del desarrollo del aprendizaje a temprana edad (*preescolares*). Por otra parte con el paso del tiempo las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se han centrado en encontrar estrategias nuevas para la aplicación didáctica del aprendizaje en niños (TEA), con el objetivo de fomentar las habilidades cognitivas y sociales de niños con TEA diagnosticado.

Como forma de aportar en nuevas tecnologías del aprendizaje para niños TEA, se presenta *BENJI*, un videojuego pensado en apoyar, reforzar y aumentar los conoci-

mientos, ya sean educativos o sociales, con el propósito de que los niños comprendan mejor las acciones del día a día enseñadas por sus padres o docentes de una forma lúdica. Dentro de este documento, se detallarán los diferentes elementos que se considerarán en el desarrollo de un videojuego educativo y especialmente los requerimientos que se necesitan para satisfacer las necesidades planteadas, posteriormente se realizará una investigación referente a las conductas de los niños con el Espectro.

Se llevará a cabo el desarrollo del videojuego, desde su ideación, diseño, desarrollo, testing e implementación. Como objetivo final, se pretende implementar nuevas estrategias de desarrollo de tecnologías para distintos grupos de la sociedad que no cuentan con un respaldo dentro del área interactiva-tecnológica. Por otro lado, se quiere aportar con la herramienta tecnológica a pequeñas agrupaciones, hogares de beneficencia o tan solo las familias de los niños con el espectro para que puedan reforzar las actividades y hábitos enseñados por educadores diferenciales, de una forma lúdica y asertiva.

Se debe destacar, que este proyecto contemplará 5 capítulos, en los cuales el primer capítulo contiene las definiciones genéricas del contenido del documento, siendo un capítulo introductorio. El siguiente capítulo se presenta la problemática a abordar y las definiciones encontradas en base a la investigación con los padres o tutores de niños, siendo el marco teórico del documento. Dentro del tercer capítulo se presenta los objetivos del proyecto de una forma más detallada junto con la metodología de diseño a utilizar. En el cuarto capítulo, se desarrolla el documento de diseño del videojuego, explicando toda la forma de construcción del proyecto. Para finalizar, en el quinto capítulo se da a conocer base de la implementación del diseño del videojuego en un motor de desarrollo, mostrando las partes más relevantes de la programación.

## 1.1. Problemática

La calidad de vida en los niños debería ser la mejor que pueda existir, debido a la importancia que tiene en el desarrollo de un ser humano, es por ello, que uno de los puntos importantes de la niñez es la educación y el entorno, permitiendo así la adaptación del niño con sus pares y el entorno, pero ¿qué hay de aquellos niños con capacidades diferentes?, ¿tienen la misma calidad de vida dentro del aula de clases?, la respuesta a estas preguntas es NO, debido al aumento de casos en niños y adolescentes que padecen el trastorno del espectro autista, identificándose como

una de las razones más importantes el déficit atencional y de reciprocidad social por parte del niño que padece el trastorno.

Considerando la información anterior, se tratará de resolver la problemática de niños con TEA, que no cuentan con apoyo de herramientas tecnológicas para el aprendizaje lúdico.

En los últimos años se ha observado también un aumento en el número de niños con el Trastornos del Espectro Autista (TEA). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1 de cada 160 niños en todo el mundo tiene un Trastorno del Espectro Autista [5], encontrando cada vez más niños con problemas característico TEA. En la mayoría de los casos se les diagnostica de una forma errónea [6], y en otros casos de forma tardía. Sólo el 44% de los niños con autismo fueron evaluados a tiempo o más específico antes de los 3 años, según dicta la organización Speak Autism [7]. Dentro de la diferenciación de la problemática a abordar, también nos encontramos con que la proporción de niños y niñas con el trastorno es 5 a 1 [8], lo que quiere decir que existe una diferencia que, si bien no es tan extensa, no deja de ser importante a la hora de desarrollar una aplicación dirigida a ellos.

El autismo es un trastorno que se presenta en los primeros meses de vida, y que afecta principalmente a niños en la etapa de desarrollo con el entorno de una forma tanto intelectual como emocional, afectando 4 veces más a niños que a niñas, siendo la detección e intervención temprana un factor de suma importancia, debido a que se puede preveer un pronóstico positivo de la evolución del niño.

Las necesidades educativas-sociales especiales del niño/a con autismo, dependen tanto del propio niño/a y de sus propias dificultades, como del entorno en el que vive y de los recursos disponibles en el centro y en la comunidad [9]. Debido a esto menciona, que los niños/as con autismo tienen dificultad para relacionarse, es por ello que se deben crear las condiciones favorables para que puedan fomentar al máximo su bienestar y participación sin dejar de lado a los otros niños/as dentro de la comunidad.

Es fundamental entender que hasta el momento no se ha explorado ni mucho menos se han realizado proyectos acerca de esta temática, aunque en este punto cabe destacar que el desarrollo de videojuegos se ha convertido en una parte más de la cultura del ser humano, llevándolo a contribuir en ramas que jamás se pensaron de una forma lúdica sin dejar de lado el objetivo que tiene en ciertas áreas, como por ejemplo: la educación, la medicina, la historia, etc.

Existen productos desarrollados de forma tanto tecnológica como intelectual, los cuales veremos más en profundidad en la sección 1.4.

## 1.2. Objetivos de proyecto

### 1.2.1. Objetivos generales

Implementar un videojuego como herramienta tecnológica interactiva que facilite el aprendizaje clásico de los niños con TEA.

### 1.2.2. Objetivos específicos:

1. Reforzar las habilidades sociales y de comunicación en niños con TEA, en base a las interacciones dentro del videojuego.
2. Diseñar elementos de comunicación visual junto al aprendizaje de oraciones en conjunto al uso de pictogramas.
3. Generar un software intuitivo y simple de usar en niños.

## 1.3. Metodología de diseño

La metodología que se llevará a cabo para la resolución del proyecto es la siguiente:

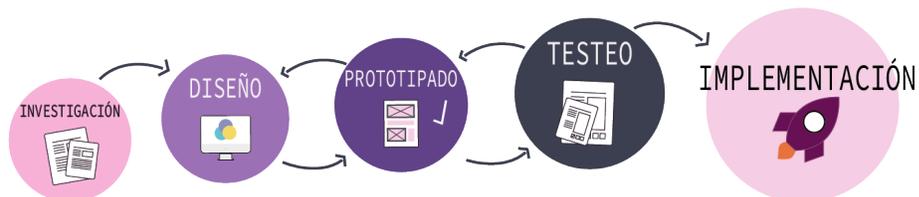


Figura 1.1: **Ilustración propia:** Resumen de la metodología a usar.

Esta metodología está presente a lo largo del desarrollo del proyecto, se puede ver con más detalle cada uno de los pasos en el apartado de planificación en la sección 3.6.

La cual contemplará 5 fases importantes para el desarrollo, como se puede ver en la figura anterior. Esta metodología centrada en el usuario, se seleccionó en base a las condiciones necesarias por parte del público objetivo para desarrollar el proyecto. A continuación se detallan cada una de las fases con una leve descripción, de todas maneras se puede ver con detalle en la sección 3.6 donde se presenta la planificación del proyecto completo, tomando en cuenta la metodología de software junto con la de diseño.

### **1.3.1. Investigación**

#### **1. Investigación del usuario**

La investigación del usuario es necesaria para entender los requerimientos específicos para llevar a cabo el proyecto.

- a)* Perfil de usuario.
- b)* Requerimientos.

#### **2. Investigación del TEA**

Esta fase contempla la investigación acerca del TEA y sus especificaciones, para guiar el desarrollo.

- a)* Lectura de investigaciones científicas.
- b)* Entrevistas con padres de niños con TEA y profesionales.

### 1.3.2. Diseño

#### 1. Diseño del videojuego

Aquí se concentra la parte inicial del desarrollo de una idea en base a las investigaciones y recopilaciones obtenidas en la fase anterior, una lluvia de ideas para poder desarrollar la idea final.

- a) Proceso ideación.
- b) Bocetado de la idea.
- c) Prototipado (diseño de wireframes).
- d) Testeo.

### 1.3.3. Prototipado

Luego de hacer las correcciones debidas al testeo anterior con niños, se iterará el diseño para un próximo testeo con un grupo diferente y así mejorar la propuesta.

1. Rediseño del videojuego.
2. Segundo testeo con niños.
3. Iteración.

### 1.3.4. Testeo

Ya en este punto se contempla realizar el análisis de los objetivos planteados inicialmente para saber si la idea logró los resultados esperados inicialmente.

1. Análisis.
2. Resultados.
3. Conclusiones finales.

### 1.3.5. Implementación

Posteriormente se llevará a cabo la implementación del desarrollo del proyecto.

## 1.4. Estado del arte

Dentro de las investigaciones realizadas, se pudo verificar que se han desarrollado varios estudios acerca de como los videojuegos aportan de manera positiva la construcción de herramientas para el apoyo en ciertas problemáticas como lo son las capacidades diferentes en niños y adolescentes.

Dado el contexto, se ha podido recopilar información acerca de videojuegos realizados para niños con TEA, los cuales están separados en las siguientes categorías:

### 1.4.1. Videojuegos

1. **AutCraft** : Es un servidor de Minecraft, el cual tiene un ambiente libre de violencia. Fue creado por Stuart Duncan, un desarrollador web con síndrome de Asperger y padre de niños con autismo que se dio cuenta de la gran cantidad de padres con hijos autistas que buscaban un lugar seguro para que pudieran jugar a ‘Minecraft’[10].



Figura 1.2: **Imagen extraída de la web:** Vista del entorno de AutCraft.

2. **El viaje de Elisa:** Este videojuego a diferencia del anterior está orientado a concientizar a través de la historia de Elisa, la vida de un niño con Asperger; Así los jugadores superando cada prueba irán adquiriendo conocimientos sobre las personas con TEA (Trastornos del Espectro del Autismo), que serán completados con actividades opcionales para el aula como dinámicas de grupo, role playing, debates, etc[11].



Figura 1.3: Imagen extraída de la web: Screenshot del videojuego.

3. **Pico's Adventure:** Es un videojuego desarrollado para jugar con el dispositivo Kinet, en donde el niño se adentrará en una aventura junto a un marciano llamado Pico, el cual tiene como propósito reforzar la interacción social con el otro.



Figura 1.4: Imagen extraída de la web: Usuarios jugando Pico's Adventure.

4. **AutisMIND:** Es una aplicación móvil, que tiene como objetivo ayudar a padres y profesionales a trabajar las habilidades mentalistas en niños con TEA.



Figura 1.5: Imagen extraída de la web: Interfaz de usuario de la app.

5. **Dictapicto:** Es una aplicación móvil, pensada para ayudar a las personas con autismo o a aquellas que usan pictogramas para comunicarse con su entorno. La app permite pasar un mensaje de voz o escrito a imágenes de forma inmediata.



Figura 1.6: Imagen extraída de la web: Ejemplo de comunicación.

### 1.4.2. Serious games

1. **Reconocimiento de expresiones:** Se propone un sistema interactivo basado en un videojuego serio (“serious games”) para la captura de las expresiones en tiempo real, durante la ejecución del juego[12].
2. **Proyecto Azahar:** Azahar es un conjunto de aplicaciones gratuitas y personalizables que permiten a personas con autismo y/o discapacidad intelectual mejorar su comunicación, la planificación de sus tareas y disfrutar de sus actividades de ocio[13].



Figura 1.7: **Imagen extraída de la web:**Niño interactuando con juegos del proyecto Azahar.

### 1.4.3. Aprendizaje lúdico tecnológico

Aprendices visuales: Es una asociación que crean herramientas visuales para una educación inclusiva, como cuentos, cursos para apoderados, etc[14].

1. José Aprende: La colección de cuentos José Aprende, son cuentos visuales disponible en PlayStore. Adaptando los cuentos de José a pictogramas para el aprendizaje de rutinas básicas de niños con TEA.
2. iSecuencias: Esta aplicación consiste en ayudar y enseñar a los niños con TEA a trabajar por secuencias, mostrándoles distintas actividades para aprender hábitos de autonomía y sociales. Disponible en App Store para iPad.



Figura 1.8: Imagen extraída de la web: Aplicación José Aprende.



Figura 1.9: Imagen extraída de la web: Portada App iSecuencias.

Teniendo en cuenta los proyectos realizados para generar productos enfocados en la entretención y aprendizaje de niños con TEA, se define una estrecha relación entre los videojuegos, los niños con autismo y sus padres, siendo un puente para determinar que tanto se ha explorado este campo y cuanto más podemos hacer por aportar en diferentes áreas aun no solucionadas.

## 2. Marco teórico

---

### 2.1. Trastorno del espectro Autista (TEA)

#### 2.1.1. Definición:

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) se define como la dificultad persistente en el desarrollo del proceso de socialización (interacción social y comunicación social), junto con un patrón restringido de conductas e intereses, dentro de lo cual se incluyen restricciones sensoriales[15].

El síndrome del Autismo es conocido desde 1943 gracias a la investigación del psiquiatra austriaco Leo Kanner, quién dió a conocer una amplia gama de diversos trastornos que se conocen como “Trastornos del Espectro Autista”(TEA)[16]. Cabe destacar que, se le ha denominado como “condición”, debido a que el trastorno prevalece durante toda la vida.

### 2.1.2. Clasificación del trastorno:

En la clasificación entregada por el manual DSM-IV, se consideraba al TEA como un diagnóstico dentro de los Trastornos generalizados del desarrollo (TGD). Mientras que en la clasificación actual del DSM-V además de desaparecer el concepto de TGD, desaparecen como entidades diagnósticas el Síndrome de Asperger, el Trastorno Autista, el TGD no especificado, el Trastorno desintegrativo infantil y el síndrome de Rett[17].



Figura 2.1: **Ilustración propia:** Comparación ilustrada de la DSM-IV y la DSM-V.

A continuación se presentará una tabla con los criterios diagnósticos para el TEA. Toda la información que se presenta se recopiló del DSM-V [17].

Criterio	Características
A	Deficiencias persistentes en la comunicación y en la interacción social en diversos contextos, manifestados por lo siguiente, actualmente o por los antecedentes.
A.1	Deficiencias en la reciprocidad socioemocional; por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acercamiento social anormal.</li> <li>▪ Fracaso en la conversación normal en ambos sentidos.</li> <li>▪ Disminución en intereses, emociones o afectos compartidos.</li> <li>▪ Fracaso en iniciar o responder a interacciones sociales.</li> </ul>
A.2	Deficiencias en las conductas comunicativas no verbales utilizadas en la interacción social; por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comunicación verbal y no verbal poco integrada.</li> <li>▪ Anormalidad en el contacto visual y del lenguaje corporal.</li> <li>▪ Deficiencias en la comprensión y el uso de gestos.</li> <li>▪ Falta total de expresión facial y de comunicación no verbal.</li> </ul>
A.3	Déficits en el desarrollo, mantenimiento y comprensión de relaciones; por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dificultad para ajustar el comportamiento a diversos contextos sociales.</li> <li>▪ Dificultades para compartir el juego imaginativo o para hacer amigos.</li> <li>▪ Ausencia de interés por las otras personas.</li> </ul>
B	Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades que se manifiestan en dos o más de los siguientes puntos, actualmente o por los antecedentes (los ejemplos son ilustrativos pero no exhaustivos).
B.1	Movimientos, uso de objetos o habla estereotipada o repetitiva; por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estereotipias motrices simples.</li> <li>▪ Alineación de juguetes.</li> <li>▪ Cambio de lugar de los objetos.</li> <li>▪ Ecolalia.</li> <li>▪ Frases idiosincráticas.</li> </ul>
B.2	Insistencia en la monotonía, excesiva inflexibilidad a rutinas, o patrones ritualizados de comportamiento verbal y no verbal; por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elevada angustia ante pequeños cambios.</li> <li>▪ Dificultades con las transiciones.</li> <li>▪ Patrones de pensamiento rígidos.</li> <li>▪ Rituales de saludo.</li> <li>▪ Necesidad de seguir siempre la misma ruta o de comer los mismos alimentos cada día.</li> </ul>
B.3	Intereses muy restrictivos y fijos que son anormales en cuanto a su intensidad y focos de interés se refiere; por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fuerte vínculo o elevada preocupación hacia objetos inusuales.</li> <li>▪ Intereses excesivamente circunscritos y perseverantes.</li> </ul>
B.4	Híper o hiporreactividad a los estímulos sensoriales o interés inusual por los aspectos sensoriales del entorno; por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aparente indiferencia al dolor/temperatura.</li> <li>▪ Respuesta adversa a sonidos y texturas específicas.</li> <li>▪ Oler o tocar excesivamente objetos.</li> <li>▪ Fascinación visual con luces o movimientos.</li> </ul>
B	Los síntomas tienden a manifestarse a temprana edad, sin embargo pueden no revelarse totalmente. Esto se debe a que los síntomas pueden encontrarse enmascarados.
C	Los síntomas causan deterioro clínico significativo en el área social, laboral o en otras importantes para el funcionamiento habitual.
D	Las alteraciones no se explican mejor por una discapacidad intelectual o por un retraso global del desarrollo.

Cuadro 2.1: Criterios diagnósticos para el TEA.

### 2.1.3. Grados del trastorno

Parte del diagnóstico del DSM5 incluye la adición de grados de severidad (en 3 grados) tanto para los síntomas de la comunicación social como de comportamientos restringidos y repetitivos: grado 3 “necesita ayuda muy notable”; grado 2 “necesita ayuda notable”; y grado 1 “necesita ayuda”[18], como se muestra en la siguiente tabla.

Categoría dimensional del TEA	Comunicación social	Comportamientos restringidos y repetitivos
Grado 3 (Ayuda muy notable)	Mínima comunicación social.	Interferencia en la vida diaria, dificultad hacia el cambio.
Grado 2 (Ayuda notable)	Marcado déficit con limitada iniciación o respuestas cortas.	Interferencia frecuente relacionado con la inflexibilidad y la dificultad al cambio.
Grado 1 (Necesita ayuda)	No necesita un apoyo tan marcado, aunque presenta alteraciones dignificativas en la comunicación y ámbito social.	Presenta excesivo e inusual interés, pero este no interfiere.

Cuadro 2.2: Descripción breve de los grados de severidad del TEA.

### 2.1.4. Sintomatología del cuadro diagnóstico:

El diagnóstico del Trastorno del Espectro Autista a ido evolucionando de orden categorial a conceptualizaciones de corte dimensional que han sido compiladas por el DSM-V, desglosando los siguientes signos de la sintomatología en tres ejes nucleares:

#### 1. Aparición de dificultades de interacción social :

- Al compartir acciones e intereses, no comparten los objetos de mayor importancia para ellos, no imitan o repiten gestos, no comparten la atención con otras personas.
- Uso inadecuado de conductas no verbales, expresiones faciales limitadas e inusuales, ausencia de respuesta no verbal al contacto físico, no realizan contacto visual.
- Fracaso en el desarrollo de relaciones con los iguales, adecuadas a su edad.
- Dificultades para comprender el comportamiento de las otras personas.
- Interacción inadecuada con otros niños, por ejemplo juegos físicos bruscos.

- Falta de adecuación con las normas sociales.

## 2. Aparición de dificultades en el lenguaje y la comunicación:

- Sordera aparente: no responden cuando se les llama por su nombre.
- Uso de gestos muy limitados, solo para señalar necesidades básicas.
- Retraso en el desarrollo del lenguaje o retrocesos en la adquisición del lenguaje.
- Poco uso del lenguaje no verbal como la mímica y la gesticulación.
- Alteraciones en el uso del lenguaje aunque este sea fluido.
- Uso estereotipado y repetitivo del lenguaje, ecolalias.
- Comprensión literal del lenguaje, no se distingue el lenguaje literal y el figurado.

## 3. Aparición de dificultades en la flexibilidad y la imaginación:

- Carencias en el desarrollo del juego creativo y simbólico, solo aparece el juego repetitivo.
- En el juego, presentan fijación en las partes o detalles inusuales de los juguetes.
- Resistencia al cambio, causando ansiedad e inseguridad.
- Frecuencia de movimientos estereotipados.

## 2.2. Problemática de los niños con autismo

Tal como se mencionó anteriormente, para este caso en particular se plantea dar una solución a la problemática social y cognitiva que tienen los niños que padecen de autismo, la cual aborda principalmente temas como: el reconocimiento de emociones [19], frustración inmediata y pensamiento inflexible[20]. Aunque aún no se ha llegado a la definición de un producto final, se pretende reforzar aquellas actividades realizadas por educadoras diferenciales para el desarrollo social y emocional, con el objetivo de poder implementar una tecnología como herramienta de aprendizaje lúdico. Por otra parte, está comprobado que los niños TEA tienden a ser pensadores visuales

antes que verbales por lo que las herramientas tecnológicas son un gran candidato a la hora de apoyar la educación de estos niños, ya que, la tecnología con el paso de los años se ha vuelto una fuente importante de información y entretenimiento para los más pequeños, sobre todo aquellos que poseen atracción por lo tecnológico. Algunos niños tienden a generar obsesión con ciertos videojuegos, un caso específico es el de Minecraft, en donde varios padres han comentado la mejora en las habilidades sociales y cooperativas de los niños después de interactuar con otros jugadores dentro del juego [21].

### **2.3. Investigación con padres, tutores y educadores diferenciales**

Dentro de la investigación base para desarrollar Benji fue necesario recopilar información con padres y tutores. Esto, con el objetivo de poder orientar los requerimientos básicos que debería tener el proyecto.

Para esto se llevó a cabo una entrevista con la profesora de inglés Ghilian Navea, quien trabaja de visualización del Trastornos del Espectro Autista (TEA) mediante las redes sociales, junto con desempeñar hace un año el rol de encargada de recepción e ingreso de niños/as con necesidades de terapia de acompañamiento en la fundación Autismo Puente Alto - PlanTea. La razón por la que Ghilian se dedica a visualizar contenidos acerca del espectro es porque ella posee el diagnóstico de espectro Autista funcional (Asperger), y es madre de 3 niños que también son diagnosticados como TEA, pero en diferentes niveles.

Dentro de la entrevista que tuvimos con la profesora Ghilian, la idea conceptualizada en un inicio fue tomando algunas variaciones, ya que como educadora de niños con el espectro, tiene los conocimientos necesarios para poder identificar aquellos objetivos que se pueden llevar a cabo respecto a un producto para el reforzamiento.

Algunas de las conclusiones a las que se llegó debido a esta entrevista fueron las siguientes:

- El estado no proporciona herramientas suficientes para la cantidad de niños con TEA en nuestro país.
- Las variantes del TEA pueden ser muy amplias, pero definiendo la edad, se podría llegar a un buen resultado con el proyecto.

- La tecnología en este momento de pandemia ha servido mucho como herramienta educativa para explicar los contenidos.
- La comunicación no verbal (los pictogramas) y órdenes explícitas, siempre serán la mejor forma de interactuar con un niño con TEA.
- El pictograma es una excelente referencia para orientar a los niños.

## 2.4. Técnicas lúdicas de aprendizaje para niños TEA

En conjunto con lo anteriormente mencionado, nace una interrogante: ¿podría una efectiva intervención temprana cambiar la biología cerebral que subyace a los niños TEA? [22]. Es una de las tantas preguntas que aún no se han podido contestar del todo, sin embargo, se ha demostrado que productos interactivos ayudan al desarrollo cognitivo y social en niños con TEA, como la *musicoterapia*, una técnica que en 1978 fue analizada por Juliette Alvin, quien observó el impacto que tenía la música en los niños con el Espectro, detallando las técnicas musicoterapéuticas más eficaces para trabajar con niños con autismo de diferentes características[23]. El ejemplo anterior es una técnica especializada, sin embargo existen investigaciones que indican algunas herramientas eficaces para desarrollar algunos aspectos positivos en los niños con TEA, especialmente conocidas como Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que se especializa tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de niños TEA [24].

Las TIC ofrecen un entorno controlado ya que ayudan a organizar un entorno de interacción de la persona (niño/a) con TEA[25], favoreciendo al mismo tiempo la atención educativa individualizada, porque permiten el desarrollo de tareas de aprendizaje adaptadas a las necesidades educativas de cada persona, ofreciendo un entorno seguro y positivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la persona con TEA pues permiten errores y soluciones rápidas, lo que disminuye la frustración y potencia el esfuerzo al realizar las tareas nuevamente[24].

Es tan significativa la interacción humano-computador, que se afirma que el uso de computadoras puede fomentar la conciencia de uno mismo y de otros, incrementar la cooperación y promover un deseo de mostrar lo que uno ha hecho. Además, puede favorecer la adaptación del niño con TEA para trabajar con nuevos docentes

y compañeros [26], y si a esto le sumamos un factor lúdico, el impacto que obtendrá el niño será positivo.

Con lo planteado anteriormente, podemos afirmar que con las tecnologías de la información y comunicación se pueden reducir ciertas deficiencias en el ámbito social de los niños con TEA. Si bien las TIC abarcan un globo gigante de posibilidades interactivas humano-computador, se ha decidido enfocar este documento en los videojuegos como solución a la problemática inicial sobre el aprendizaje en niños con TEA.

## 2.5. ¿Por qué desarrollar un Videojuego?

A grandes rasgos, un videojuego es una aplicación interactiva que se centra en el entretenimiento a través de la interacción con un dispositivo tecnológico, de forma individual o grupal. Es una plataforma atractiva y directa para el acercamiento del niño que propone interesantes filosofías de interacción persona-ordenador adecuadas para propulsar el aprendizaje dentro de la educación especial[27].

Los videojuegos, actualmente, son parte importante de la sociedad, siendo la industria que más factura a nivel mundial, superando a la música y el cine. Los videojuegos actualmente son una gran influencia a nivel cultural y social en niños y adolescentes, no tan sólo como mecanismos de diversión y ser parte del ocio, sino como una herramienta que facilita la concentración, estimulación y entretenimiento[27].

Si bien los videojuegos son una herramienta con un gran potencial educativo, también debemos ser conscientes de que el uso excesivo de estos puede ocasionar más de algún problema cuando su uso es descontrolado, ya que el efecto inmersivo que tienen los videojuegos en los niños y adolescentes puede provocar cierto aislamiento de la realidad causando dificultades para interactuar con sus pares. Sin embargo, si la aplicamos de una forma correcta, como orientar el uso de un videojuego a la educación de los niños puede verse positivamente reflejada en el aprendizaje del mismo jugador [28]. Como lo plantean Nergiz Ercil Cagiltay, Erol Ozcelik y Nese Sahin Ozcelik en un estudio realizado acerca de la forma en la que usuarios aprendían en base a dos diferentes formas de presentarles un videojuego, tanto física como psicológicamente[29]. De este estudio se puede desprender e inferir acerca de algunos beneficios con respecto a las estrategias cognitivas de cada sujeto de prueba, resaltando la forma en la que cada jugador va desarrollando habilidades mentales o desafíos

para conseguir un objetivo final, por tanto esto facilita las habilidades y destrezas del niño para el aprendizaje.

Con esto podemos concluir que si bien los videojuegos pueden provocar cierta problemática a la hora de generar adicciones, también por otro lado se puede utilizar de mejor forma potenciando las habilidades de cada niño o adolescente ya sea individual o grupalmente.

## 2.6. Videojuegos como herramienta educativa para niños con TEA

En la actualidad, se ha visto que la tecnología avanza de manera descomunal, sobre todo en el área educativa, es por esto, que se ha permitido considerar a los videojuegos como una herramienta de uso para potenciar los programas pedagógicos clásicos. Quizás el efecto más claro del potencial formativo de los videojuegos, se produce en la adquisición de competencias digitales. Es decir, en el contexto tecnológico la mayoría de los niños accede por primera vez al universo digital a partir de los videojuegos, permitiendo desarrollar competencias propias de alfabetización digital de manera recreativa, iniciando al niño al manejo de interfaces gráficas del mundo digital.

El creciente paso de los videojuegos en las actividades educativas, formativas y en la terapia y entrenamiento de diversas habilidades intelectuales y sociales, obliga a que las personas reflexionen sobre un futuro en el que los videojuegos estarán presentes para la utilización educativa en las escuelas [30]. Los videojuegos ocupan un espacio en la sociedad como objeto cultural y de cambio, que conllevan una narrativa lúdica y particular, haciendo potente cualquier discurso que se quiera manifestar.

Uno de los casos más claros de los videojuegos como herramienta educativa son los determinados *Serious games*, este término fue acuñado en 1970 por Clark C. Abt, investigador estadounidense y autor del libro *Serious Games*, en donde explica las diferentes formas en las que un videojuego puede incluir procesos de enseñanza-aprendizaje sin eliminar la diversión[31].

Es aquí donde nuestra problemática se va mezclando con la solución, ya que si bien los serious games son utilizados para potenciar los contenidos pedagógicos, actualmente, se abre la posibilidad de usarlos con el propósito de ayudar y reforzar las problemáticas dirigidas a niños con TEA.

## 2.7. Herramientas para el desarrollo de videojuegos

Para la creación y desarrollo de un videojuego se necesitan normalmente bastantes conocimientos de programación así como de diseño, arte y animación. Sin embargo gracias a los avances tecnológicos se han desarrollado herramientas que ofrecen un entorno amigable para iniciar en el mundo del desarrollo de videojuegos de una forma sencilla.

### 2.7.1. Motores gráficos de videojuegos

Se conoce como un motor de videojuego a aquello que permite la creación, diseño y representación de un videojuego mediante librerías de programación[32].

Las funcionalidades que proporcionan los motores gráficos normalmente constan de un motor de renderizado para graficos tanto 2D como 3D, un detector de colisiones físicas entre objetos y como respondería, la incorporación de música, sonidos y animaciones que quieran agregar a tu proyecto, la posibilidad de ejecutar diferentes threads, programación de inteligencia artificial, gestión de memoria o soporte para el videojuego, entre muchas cosas más, que se han desarrollado con el tiempo.

Dentro de la variedad de opciones que hay actualmente podemos encontrar versiones de motores gráficos tanto gratuitas como pagadas. A continuación se dará a conocer una lista de los motores gráficos más utilizados actualmente.

1. **Unity:** Unity es un motor gráfico gratuito y flexible, siendo una opción altamente demandada por desarrolladores principiantes, debido a su gran gama de contenido disponible sin costo y la opción de exportar a múltiples plataformas, disponiendo de todo lo necesario para trabajar en 2D y 3D. Algunas de las ventajas que tiene Unity, es que es el motor perfecto para desarrollos móviles, ya que posee:
  - Servicios de monetización.
  - Occlusion culling.
  - Asset bundling.
  - Realidad virtual.

Siendo este último uno de los factores más importantes al momento de determinar si usar o no Unity para el desarrollo de un proyecto, debido al control de los movimientos y campos de visión adecuados[33].

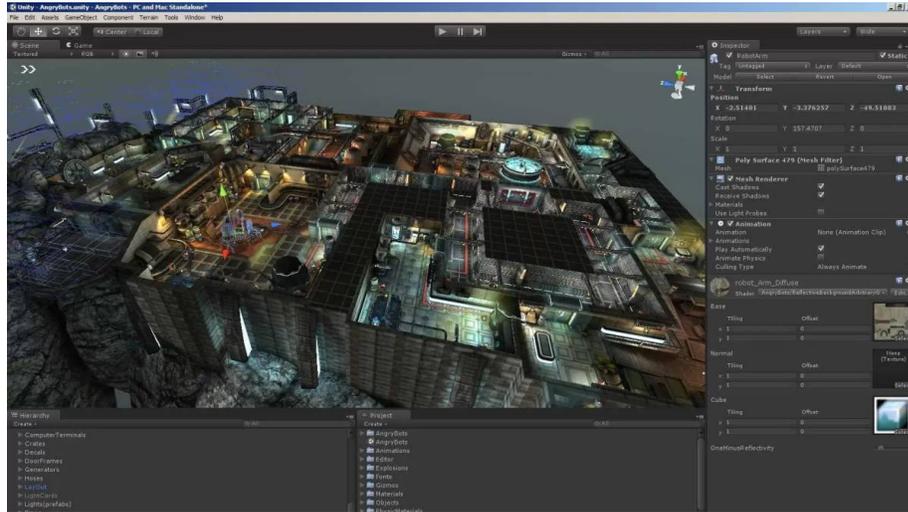


Figura 2.2: Imagen extraída de la web: Ejemplo de videojuego realizado en unity.

- Unreal Engine 4:** Unreal Engine es un motor gratuito desde el año 2015 y al igual que Unity es un motor multiplataforma. Una de las principales ventajas de Unreal es que posee una tecnología llamada Blueprint Visual Scripting, el cual permite crear videojuegos sin conocimientos elevados en programación. Esta forma de programar abrió un camino gigantesco a todos aquellos pequeños creadores que no contaban con la experiencia necesaria en programación para desarrollar un buen producto, y es debido a esto que Unreal se encuentra como uno de los motores más usados actualmente, siendo utilizado tanto en empresas grandes y consolidadas como en pequeños desarrolladores[34].

Unreal Engine, desarrollado por creadores de videojuegos para creadores de videojuegos desde Epic Games cuenta con una variedad de recursos en su tienda tanto de forma gratuita, como pagada. Lo que permite desarrollar un videojuego sin ningún costo. Aparte de lo mencionado anteriormente Epic Games agregó un detalle que hace a Unreal Engine único, dió acceso al código fuente para todo aquel que quiera utilizarlo.

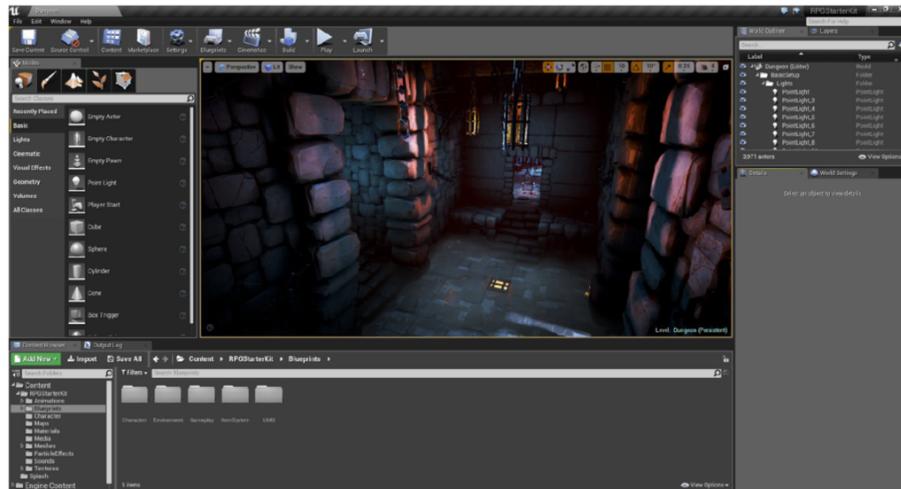


Figura 2.3: Imagen extraída de la web: Desarrollo de entorno con Unreal Engine 4.

### 2.7.2. Herramientas de diseño para el desarrollo de videojuegos

Si bien se mencionó anteriormente los motores gráficos adecuados para la realización de videojuegos, debemos tener en cuenta que para realizar un proyecto como éste se debe tener en cuenta algunos software de apoyo creativo para el desarrollo del arte y diseño dentro de un videojuego.

Dentro de este grupo podemos destacar los más principales para el desarrollo de assets específicos y desarrollo de personajes.

- **Blender:** Blender es un software creado por la compañía Blender Foundation, especializado en animación 3D. Entre los software de animación este es un programa multiplataforma que funciona sin problemas en Linux, Windows y Macintosh. Este software permite animar personajes 3D con Riggin y Skinning.



Figura 2.4: Imagen extraída de la web: Ejemplo de modelado en Blender.

- **Maya:** Es un software de animación, modelado y simulación en 3D, es el más utilizado en su categoría. Además de ser el más utilizado, Maya es el único software de 3D acreditado con un Oscar gracias al enorme impacto que ha tenido en la industria cinematográfica como herramienta de efectos visuales.

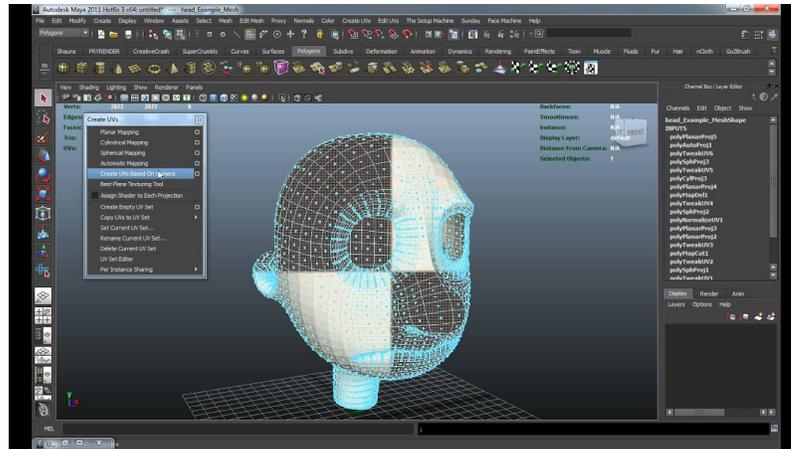


Figura 2.5: Imagen extraída de la web: Modelado en Maya.

Para este proyecto se utilizará Maya 2018 para modelar los personajes.

- **Programas de Adobe:**
  - **Photoshop:** Photoshop fue un software creado en 1990, el cual posee diferentes herramientas internas que te permiten hacer cualquier cosa, desde, creaciones de piezas gráficas, dibujo de entornos, montajes, y edición de fotografías. Para este caso en particular Photoshop será utilizado para dar los retoques a la interfaz y poder detallar más ciertas imágenes que se necesiten en cada puzle.
  - **Illustrator:** Illustrator tiene un objetivo específico: crear y manipular vectores. Es decir, en lugar de trabajar con mapas de píxeles, Illustrator crea dibujos a partir de curvas, y esto nos ayudará en el desarrollo y construcción de personajes 2D inicialmente, para luego modelarlo en Maya.
  - **Substance Painter:** Substance Painter es una herramienta para el diseño 3D, el cual se utilizará para darle color a los modelos creados en maya y

poder texturizarlos de una buena forma acorde a la paleta de colores de cada personaje y entorno.



Figura 2.6: **Imagen extraída de la web:** Logo de cada programa mencionado.

### 2.7.3. Proceso de conceptualización del diseño en videojuegos

Cada vez que se comienza el proceso de diseño de un videojuego, se tienen que tener en cuenta varios aspectos claves para generar un producto de calidad. Para ello es necesario tener en cuenta una lista de programas para organizar las tareas dentro del proyecto como lo son:

- **Hacknplan:** Esta herramienta permite mantener un control y buen uso de la gestión del proyecto, ya sea un videojuego o herramienta tecnológica que se quisiera realizar. Es online, por lo que varios usuarios tienen acceso al proyecto. Algunas de las ventajas a parte de la sistematización de organización, es el seguimiento del proyecto y la revisión del progreso de forma diaria, semanal o mensual.
- **Trello:** Al igual que la herramienta anterior Trello también desempeña un labor para la gestión de proyecto, es simultánea para poder compartirla con más de una persona y mantiene un entorno amigable para el usuario.

Para efectos de este proyecto se utilizó Hacknplan solo para organizar las tareas de forma individual.

## 2.8. Estudio de mercado y competencia

Si bien se ha mencionado en las secciones anteriores algunas herramientas para el apoyo en niños con TEA. Aún es muy poca la implementación que han tenido

tanto en Chile como en el extranjero. Esto nos posiciona de una muy buena forma a la hora de entrar al mercado nacional. Se definirá en esta sección la diferencia entre cliente y usuario final, el cual ya fue mencionado respecto a la información obtenida en las secciones anteriores.

### **2.8.1. Necesidad actual de las tecnologías de la información y comunicación (TIC'S) en Chile**

Si bien desde 1992, en Chile se viene potenciando el uso de las Tic's, con el objetivo de constituir una red nacional de las escuelas y liceos subvencionados del país e incorporar las nuevas Tic's en la educación[35].

En la actualidad no hay una buena implementación de recursos para el uso de las Tic's en las aulas, debido a que el material lo deben obtener los docentes por sus propios medios, sin mucho apoyo del estado[36]. También cabe destacar que el uso de las tecnologías ha avanzado a grandes pasos debido a la situación sanitaria actual en donde la mayoría de las clases están siendo impartidas vía online. Debido a esto, se ve una necesidad importante en aprovechar este nicho de una manera correcta.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se ve al mismo tiempo una necesidad gigantesca en generar oportunidades para que los niños en general puedan aprovechar las tecnologías para su beneficio propio.

### **2.8.2. Definición de grupo objetivo para el proyecto**

En relación a la descripción de los criterios del diagnóstico y grados de severidad presentados anteriormente para este proyecto, se escogió como objetivo principal apuntar a niños y niñas de 6 años de edad en adelante, diagnosticados con TEA de categoría dimensional, grado 1 (necesita ayuda). Debido al poco conocimiento respecto al rango etario específico en donde los niños con TEA desarrollan más sus habilidades cognitivas, se escogió la edad mencionada anteriormente en base a la edad de aprendizaje en niños sin el diagnóstico, disminuyendo en dos años la edad debido a un leve retraso en el desarrollo de la comunicación no verbal y la pragmática [37]. También se realizaron testeos con niños objetivos, dando como resultado que a entre mayor edad, más era el interés de los niños por el juego. Mientras que los más pequeños no pudieron desarrollar una conexión.

### 2.8.3. Clientes potenciales

Si bien ya se definió de una manera apropiada a los usuarios objetivos para este proyecto, también es de suma importancia definir el cliente al cuál se le ofrecerá el proyecto mismo para su distribución.

Algunos de los clientes potenciales para este proyecto son:

- Padres y/o tutores de niños TEA.
- Escuelas dedicadas al aprendizaje de niños TEA.
- Colegios municipales que quieran implementar la inclusión mediante el juego.

Estos clientes se mencionan con el fin de identificar las opciones de poder implementar este proyecto.

### 2.8.4. Business Model Canvas

Dentro de esta sección se mostrará de forma gráfica el modelo de negocios orientado para la realización de este proyecto.

- **Segmento de mercado:** Este ítem está orientado al usuario final del producto, es por ello que se menciona el niño como objetivo.
- **Propuesta de valor:** La propuesta de valor en este proyecto es sumamente importante, debido a que aquí se concentran los aspectos más esenciales del proyecto.
- **Canales:** Se mantendrá informado a los usuarios y clientes sobre el proyecto y sus avances mediante redes sociales y de apoyo para que se visualice el videojuego.
- **Relación con clientes:** Se espera mantener un buen diálogo tanto con los usuarios como los clientes principalmente, para poder obtener retroalimentación de estos y saber que cambios debemos hacer para mejorar el videojuego.
- **Fuentes de ingresos:** Ya que es un proyecto que va enfocado a ayudar a la comunidad, solo se espera obtener financiación para realizar el proyecto en base a postulaciones a fondos concursables. Esto con el propósito de poder generar



Figura 2.7: Ilustración propia: Business model canvas.

el producto completo y poder distribuirlo de una forma gratuita a quien lo necesite. De todas maneras como proyección a futuro podría realizarse una posible venta única por la plataforma Steam.

- **Recursos claves:** Para desarrollar este videojuego se necesitará personal capacitado para aportar en el área formativa del proyecto, así como también se necesitarán recursos tecnológicos como softwares y hardwares para completar el desarrollo.
- **Actividades claves:** Para poder dar a conocer el proyecto y el propósito que tiene, se debe mostrar a la comunidad en general, por lo que se realizarán diferentes actividades virtuales debido a la situación sanitaria actual.
- **Socios claves:** Para la realización del proyecto fue necesario entablar conversaciones con padres de niños con TEA al igual que profesionales capacitados

en el área del autismo. De la misma forma debemos destacar la importancia de tener conexiones tanto con Prochile, Corfo y Sercotec, con el fin de obtener el capital inicial para desarrollar el videojuego.

- **Estructura de costos:** Para desarrollar el videojuego es necesario invertir en diferentes aspectos, tales como la promoción y difusión del videojuego, las licencias que deben obtenerse para desarrollarlo y contratar personal para saber que información debe darse a conocer en el videojuego.

## 3. Metodología del desarrollo del software

---

Lo que primero se debe tener en cuenta al momento de desarrollar un proyecto de software, es establecer un enfoque disciplinado y sistemático. Esto puede darse por las metodologías de desarrollo que existen actualmente, las que influyen directamente en el proceso de construcción; éstas se elaboran a partir del marco definido inicialmente por los desarrolladores.

### 3.1. ¿Qué son las metodologías de software?

¿Qué entendemos por metodología? Las metodologías para el desarrollo del software se definen como un enfoque disciplinado del proceso con el fin de hacer más predecible y eficiente. El desarrollo del software ha cambiado las prácticas del día a día de la sociedad, está presente en muchas áreas de interés de las personas: ingeniería, bancos, industria, medicina, ámbito científico, gobierno y en las empresas en general[38]. Si bien no hay un consenso entre los distintos investigadores sobre el concepto de metodología, se puede entender universalmente como un conjunto de pasos y procedimientos que deben seguirse para el desarrollo de software, siendo su principal objetivo aumentar la calidad del software en cada una de las fases del desarrollo. Es por lo expresado anteriormente que la selección de la metodología adecuada para desarrollar un determinado proyecto es clave para el éxito del mismo, ya que se llevarían a cabo actividades requeridas de acuerdo las características específicas del proyecto y su entorno[39].

Hoy en día existen numerosas propuestas metodológicas que inciden en distintas dimensiones del proceso de desarrollo. Un ejemplo de ellas son las propuestas de

metodología de desarrollo de software tradicionales, centradas específicamente en el control del proceso. Mientras que por otro lado encontraremos las metodologías ágiles. Este enfoque nace como respuesta a los problemas que puedan ocasionar las metodologías tradicionales y se basa en dos aspectos fundamentales, retrasar las decisiones y la planificación adaptativa. Basan su fundamento en la adaptabilidad de los procesos de desarrollo. A continuación se detallarán cada una de ellas y se mencionará la elegida para la realización del proyecto.

### 3.1.1. Metodologías tradicionales

Las metodologías tradicionales o clásicas, son aquellas que dependen netamente de la lógica y del término de la etapa anterior para poder continuar con el proceso. Al igual que las metodologías ágiles, las tradicionales tienen una variedad de opciones para elegir al momento de desarrollar el proyecto, dentro de las cuales se encuentran:

1. **Cascada:** El modelo cascada es uno de los mayores referentes al momento de hablar de metodologías tradicionales. Es un procedimiento lineal que se caracteriza por dividir los procesos de desarrollo en sucesivas fases de proyecto. Al contrario de los modelos iterativos (metodologías ágiles), cada una de estas fases se ejecuta tan solo una vez. Siendo los resultados obtenidos hipótesis de las siguientes fases. La gran desventaja que posee este modelo es la incertidumbre que le da al cliente el producto, ya que no ve el resultado de forma iterativa sino que se ve el resultado una vez ha terminado todo el proceso.

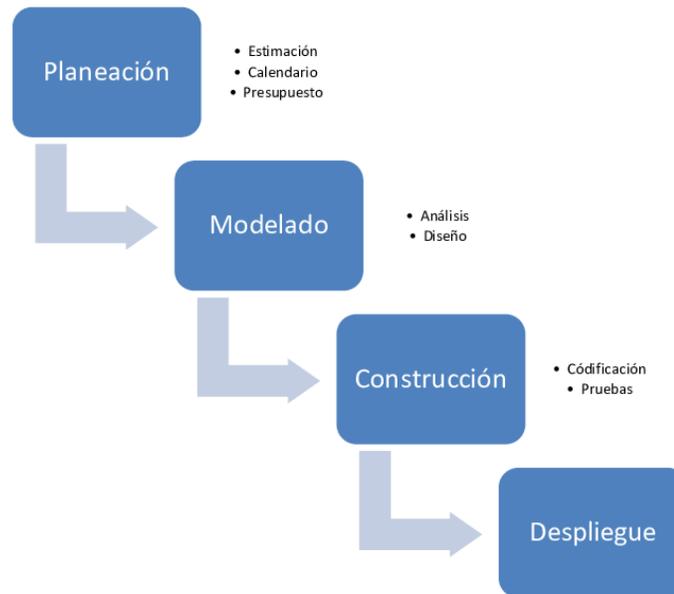


Figura 3.1: **Imagen extraída de la web:** Representación metodología cascada.

- Método evolutivo:** Este enfoque entrelaza las actividades de especificación, desarrollo y validación de un proyecto. Este sistema inicialmente se desarrolla a partir de especificaciones abstractas por parte del cliente. Siendo refinadas en las peticiones a lo largo del desarrollo. Este proceso lo hace en conjunto con el cliente para ir satisfaciendo sus necesidades.

El desarrollo evolutivo desarrolla una versión inicial que puede someterse a cambios según los nuevos requerimientos del cliente o del usuario final del producto. En este punto vemos que esta metodología tradicional evita separar las fases como inicialmente lo hacía el método cascada.

- Creación de prototipos:** Este modelo consiste en construir ejemplares del producto final en poco tiempo para ser evaluado. Estos ejemplares deben ser contruidos en poco tiempo y usando los recursos mínimos. De esta manera el prototipo servirá para modelar y poder mostrar al cliente cómo va a realizarse la E/S (Entrada y Salida) de datos en la aplicación, de forma que este pueda hacerse una idea de como va a ser el sistema final, pudiendo entonces detectar deficiencias o errores en la especificación aunque el modelo no sea más que una cáscara vacía.

Dentro de las etapas más importantes del modelo prototipo se encuentran:

- Recolección y refinamiento de requisitos.
- Diseño rápido preliminar.
- Desarrollo del prototipo.
- Evaluación del prototipo por parte del cliente.
- Refinamiento e iteración del prototipo.
- Producto entregable.

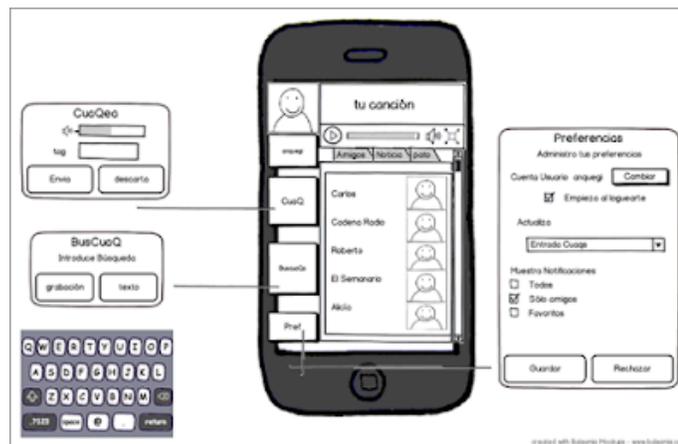


Figura 3.2: **Imagen extraída de la web:** Ejemplo de prototipo entregado a cliente.

El modelo prototipo puede ser un paradigma efectivo, sin embargo hay algunas condiciones que se deben tener para su correcta funcionalidad, como por ejemplo: definir las reglas del proyecto inicialmente, para poder experimentar y tener énfasis en la interfaz de usuario.

### 3.1.2. Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles son aquellas que se adaptan de una u otra forma al proceso y las condiciones del proyecto, consiguiendo flexibilidad e inmediatez en el proyecto y su desarrollo a las circunstancias específicas que puedan ocurrir en el entorno.

Las metodologías ágiles tienen las siguientes cualidades:

- Desarrollo evolutivo y flexible.
- Autonomía de los equipos.
- Planificación.
- Comunicación.

Aunque las metodologías ágiles no son un certificado de inmunidad a los fallos ni los contratiempos, ayuda a evitarlos entregando herramientas para que los equipos de trabajo se encuentren mejor preparados en el momento de afrontar los problemas. Algunas de las metodologías ágiles más empleadas en la actualidad son:

1. **SCRUM:** Se define como un marco de trabajo de procesos ágiles, el cual trabaja con el ciclo iterativo e incremental, facilitando así el hallazgo de soluciones óptimas a los problemas que surgen en el desarrollo. En esta metodología se realizan entregas regulares y parciales con una prioridad previamente establecida con el cliente. La metodología SCRUM se suele utilizar en proyectos con gran nivel de incertidumbre o proyectos con un entorno complejo, centrándose en controlar, planificar cambios y responder a las exigencias del cliente de una forma real y exacta.

Dentro de la metodología SCRUM se definen 4 eventos importantes, los cuales son:

- El Sprint: La etapa principal de SCRUM, es un bloque de tiempo entre 1 a 4 semanas, en el que se desarrollan tareas y se presentan los requisitos que el cliente propone.
- Reunión de planificación del Sprint: El equipo elabora la lista de tareas de la iteración necesarias respecto a los requisitos definidos anteriormente. La estimación de esfuerzo se hace de manera conjunta y los miembros del equipo se autoasignan las tareas y se autoorganizan en equipos de trabajos para compartir conocimientos y resolver de una forma óptima los objetivos.
- Reunión SCRUM diaria: Se realiza con todo el equipo de desarrollo para informar y revisar las actividades que están realizando y cuáles serán las que realizarán.

- Retrospectivo del Sprint: El equipo analiza que cambios puede realizar para mejorar su productividad.

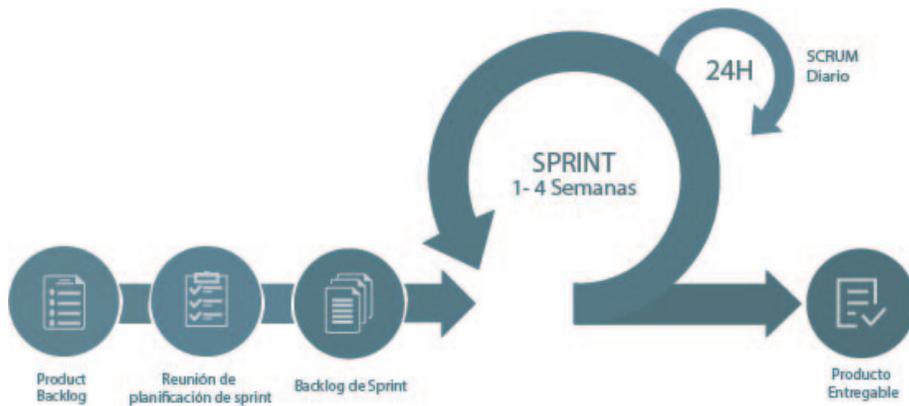


Figura 3.3: **Imagen extraída de la web:** Representación metodología SCRUM.

2. **Extreme Programming (XP):** Esta metodología se basa en la comunicación, la reutilización del código desarrollado y la retroalimentación. El XP está orientado a las necesidades del cliente como varias de las metodologías ágiles de una forma no tan limitada como las metodologías tradicionales. El XP tiene la ventaja al igual que la metodología SCRUM, de satisfacer y entender al cliente cuando no tiene una idea inicialmente predefinida del producto final[40].

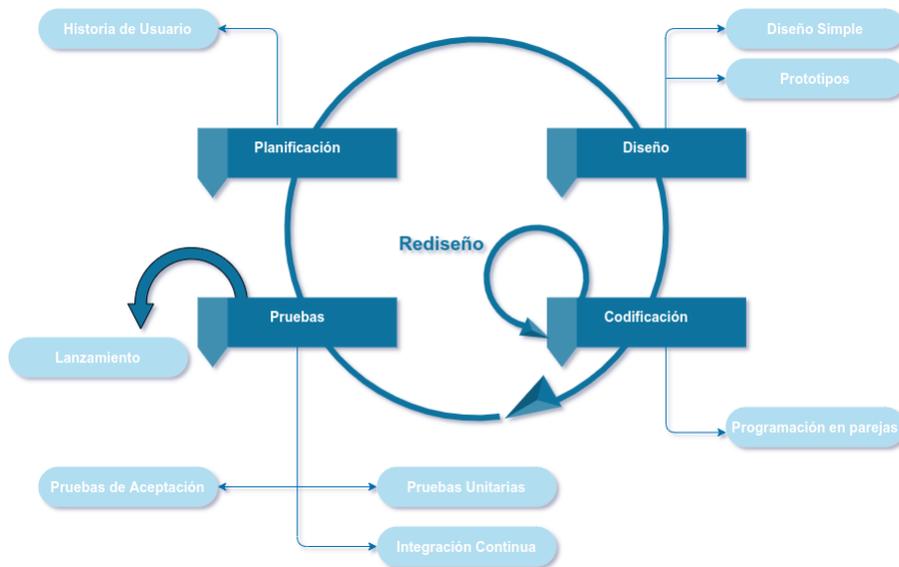


Figura 3.4: **Imagen extraída de la web:** Representación gráfica metodología XP.

3. **Kanban:** La palabra Kanban, en Japonés significa “tarjetas visuales”. Este método se basa en el desarrollo incremental, y al ser un método visual como se indicó más arriba, permite que mediante la vista se conozca el estado de los proyectos y así poder asignar nuevas tareas de manera muy efectiva. Para aplicarlo, es necesario un tablero de tareas con el que poder mejorar el trabajo y tener un ritmo sostenible dentro del equipo de trabajo. Por lo tanto no se habla de una tarea en sí, sino que se agiliza el proceso de producción al dividir el trabajo en distintos pasos.

En resumidas cuentas ésta metodología engloba un sistema organizado y rápido que nos permite agilizar el proceso utilizando herramientas como, post-it o casillas dentro de las hojas de cálculo, para mantener el orden de las fases que se están realizando. En estos tableros se añade la información necesaria para que el equipo pueda controlar su tiempo de trabajo conociendo la carga de las tareas que tiene asignadas.

De esta forma, el trabajo es visualizado correctamente por cada departamento, así como las prioridades y objetivos.



Figura 3.5: **Imagen extraída de la web:** Ejemplo de metodología Kanban.

### 3.1.3. Comparación entre metodologías tradicionales y ágiles

Si bien la metodología de cada proyecto depende únicamente del tipo de trabajo que se quiera realizar es probable que algunas metodologías se adecuen mejor que otras, es por ello que deben evaluarse a fondo las condiciones y requerimientos del proyecto antes de comenzar para poder tener resultados efectivos y manejables.

Para proyectos que tienen una complejidad alta y requieran mayor flexibilidad en su desarrollo la mejor opción son las metodologías ágiles porque como se mencionó anteriormente esta metodología fue diseñada para adaptarse al cambio con el objetivo de que si se producen errores o cambios repentinos no sería difícil integrarlos o solucionarlos.

Por otro lado los enfoques tradicionales sirven mucho más para proyectos de menor escala en donde no hayan cambios repentinos ya que esto produciría un retroceso inmenso por parte del equipo encargado. Es por esto que una de las razones para utilizar los enfoques tradicionales son las limitaciones de tiempo y presupuesto.

### 3.1.4. Metodología de desarrollo a utilizar

Luego de mencionar e identificar cada una de las metodologías que están presentes hoy en día, se ha determinado utilizar las metodologías ágiles debido a que uno de los principales ejes del proyecto es la comunicación e interacción con el cliente y usuario para ver las evoluciones del proceso. Es por ello que se utilizará la metodología SCRUM con variaciones, para la realización y planificación del proyecto.

Esta metodología nos permite listar los requerimientos iniciales en base al proyecto y dividir las tareas asignando diferentes roles a cada miembro del equipo teniendo en cuenta cuantas reuniones se tendrán con los clientes y usuarios para ir probando e iterando el producto.

El modelo SCRUM dará los parámetros necesarios para identificar las fases importantes dentro del desarrollo del proyecto. En este desarrollo particular se dividirá la planificación en dos grandes etapas: Planificación y desarrollo e implementación, las cuales si bien se definieron con rangos de tiempos y objetivos definidos, estos siempre estarán sujetos a cambios por parte de las reuniones con clientes y usuarios.

Como parte de los hitos mencionados anteriormente, se desprenderán actividades resúmenes y actividades elementales, las cuales se definieron inicialmente con el equipo de desarrollo.

Detalles de cada etapa con sus respectivas actividades:

#### 1. Etapa 1: Planificación

- **Definiciones:** En esta actividad se organizará y definirá el backlog del proyecto en conjunto con los clientes y usuarios para tener clara idea de lo que se quiere obtener como producto final.
- **Redacción y evaluaciones de ideas:** Luego de la primera organización y definición, se procede a investigar a fondo la problemática, junto con las condiciones del entorno para desarrollar el proyecto. En esta parte se incluye la investigación del marco teórico y el estado del arte.
- **Descripción de propuesta e implementación:** Al tener definidos los requerimientos y condiciones limitantes del proyecto, se procede a transcribir la información y organizar los resultados de las búsquedas realizadas, para generar un documento de diseño en donde se pueda apreciar el avance y contenido del proyecto.

## 2. Etapa 2: Desarrollo e implementación

- **Programación de hitos y tiempos:** En esta reunión con el grupo, se definirán los plazos propuestos y finales para el término del proyecto.
- **Planificación videojuego nivel tutorial:** Dentro de esta etapa se definirá el propósito del primer nivel tutorial en conjunto con los clientes y usuarios, para verificar los objetivos establecidos. También hay periodos de desarrollo tanto en la parte de programación, arte y diseño respectivamente. Para finalizar esta actividad, se organiza una reunión con los clientes para poder evaluar el rumbo del proyecto y refinar detalles.
- **Nivel 1:** Ya con las especificaciones claras, los objetivos aceptados por parte del cliente y la primera iteración del desarrollo, se procederá a la construcción del único nivel. Si en esta etapa se aprecian algunos errores o diseño erróneo, se reorganizará una reunión para efectuar los cambios correspondientes.
- **Implementación y publicación:** Al hacer los cambios debidos, se continuará con la implementación y testeos finales con el público objetivo definido inicialmente, para luego publicar el producto con sus respectivos resultados.

A continuación se detallará en concreto la planificación con una carta Gantt:

2		Desarrollo e implementación																			
2.1 Programación de hitos y tiempos																					
2.1.1	Organización de tiempos	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	1/03/2021	5/03/2021	5	100%															
2.2 Arte																					
2.2.1	Reunión con profesionales	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	1/03/2021	5/03/2021	5	100%															
2.2.2	Definición de mecánicas nivel tutorial	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	5/03/2021	12/03/2021	7	100%															
2.2.3	Diseño y arte	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	15/03/2021	21/04/2021	45	70%															
2.2.3.1	Diseño de personajes	Katherine López - Liza Jegó	15/03/2021	22/03/2021	7	70%															
2.2.3.1.1	Concept art de personajes principal	Katherine López - Liza Jegó	22/03/2021	26/03/2021	5	100%															
2.2.3.1.2	Modelado del personaje principal en 3D	Katherine López - Liza Jegó	26/03/2021	02/04/2021	7	100%															
2.2.3.1.3	Modelado de texturas	Katherine López - Liza Jegó	27/03/2021	31/03/2021	4	100%															
2.2.3.1.4	Riggs y animaciones del personaje	Katherine López - Marco González	02/04/2021	09/04/2021	7	100%															
2.2.3.2.1	Concept art de personajes Secundarios 1	Katherine López - Liza Jegó	22/03/2021	26/03/2021	5	0%															
2.2.3.2.2	Concept art de personajes Secundarios 2	Katherine López - Liza Jegó	22/03/2021	26/03/2021	5	0%															
2.2.3.2.5	Modelado del personaje secundario 1 en 3D	Katherine López - Liza Jegó	26/03/2021	02/04/2021	7	0%															
2.2.3.2.6	Modelado del personaje secundario 2 en 3D	Katherine López - Liza Jegó	02/04/2021	05/04/2021	3	0%															
2.2.3.2	Diseño de entorno	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	26/03/2021	23/04/2021	20	0%															
2.2.3.2.1	Concept art de entorno	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	26/03/2021	31/03/2021	4	0%															
2.2.3.2.2	Modelado entorno	Katherine López - Liza Jegó	31/03/2021	07/04/2021	7	100%															
2.2.4	Reunión con clientes y usuarios para probar arte	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	07/04/2021	14/04/2021	7	70%															
2.3 Programación																					

Figura 3.6: Parte 1 de la planificación.

Se adjunta el link para una mejor comprensión de la planificación en el apéndice de este documento.

<b>2.3 Programación</b>						
2.31	Programación de mecánicas	Katherine López - Marco González	17/03/2021	14/04/2021	21	100%
2.3.1.1	Programación movimiento del personaje	Katherine López - Marco González	17/03/2021	24/03/2021	7	100%
2.3.1.2	Programación interacción con objetos	Katherine López - Marco González	22/03/2021	7/04/2021	13	100%
2.3.1.3	Programación de puzzles	Katherine López - Marco González	7/04/2021	14/04/2021	6	100%
2.3.2	Reunión con clientes y usuarios para probar mecánicas	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	07/04/2021	14/04/2021	7	70%
<b>2.4 Animación</b>						
2.4.1	Animación personaje principal	Katherine López - Marco González	02/04/2021	09/04/2021	6	100%
2.4.2	Animación de personajes secundarios	Katherine López - Marco González	09/04/2021	30/04/2021	16	0%
<b>2.5 Desarrollo de nivel</b>						
2.5.1	Realizar wireframes	Katherine López - Liza Jegó	15/03/2021	19/03/2021	5	100%
2.5.2	Incorporar elementos de arte en el nivel	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	14/04/2021	28/04/2021	11	100%
2.5.3	Diseñar interfaz de usuario	Katherine López - Liza Jegó	15/03/2021	19/03/2021	5	100%
2.5.4	Reunión con clientes y usuarios para probar Diseño	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	28/04/2021	30/04/2021	3	0%
<b>2.6 Música y sonidos</b>						
2.6.1	Buscar música y sonidos adecuados	Katherine López - Liza Jegó	30/04/2021	7/05/2021	5	100%
2.6.2	Reunión con clientes y usuarios para aprobar la música y	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	7/05/2021	12/05/2021	4	0%
<b>2.7 Implementación y testing</b>						
2.7.1	Testear juego en usuarios objetivos	Katherine López - Liza Jegó - Marco González	12/05/2021	19/05/2021	6	0%
2.7.2	Realizar cambios	Katherine López - Marco González	19/05/2021	2/06/2021	11	0%
<b>2.8 Publicación</b>						

Figura 3.7: Parte 2 de la planificación.

## 4. Documento de diseño del videojuego

---

En esta sección se detallarán los requerimientos técnicos definiendo el proceso como un documento de diseño para determinar las condiciones básicas del proyecto.

### 4.1. GDD (Game Design Document)

#### 4.1.1. Especificaciones técnicas

Se darán a conocer aquellas herramientas tecnológicas que se utilizarán para el desarrollo de Benji.

1. **Plataforma:** PC.
2. **Hardware y software de desarrollo:**
  - **Illustrator:** Se definió esta herramienta debido a la potencia que tiene como motor gráfico.
  - **Unreal Engine 4:** Fué elegida debido al beneficio de prototipado inmediato.
  - **Maya:** Se utilizará por el grado de conocimiento acerca del software.
3. **Motor de juego:** Para el desarrollo del prototipo se utilizará el software Unreal Engine 4, el cual dará vida las ideas planteadas anteriormente.

#### 4.1.2. Resumen del videojuego

1. **Concepto:** Un niño de 6 años con diagnóstico TEA llamado Benji deberá recuperar a su pequeño peluche Connie que se ha perdido. Benji tendrá la misión de rescatar a Connie, y para ello deberá pasar diferentes pruebas, las cuales están orientadas a reforzar el desarrollo cognitivo de quienes jueguen el videojuego. Dentro de las aventuras se encontrarán algunos personajes que serán de suma importancia a la hora de completar el objetivo de cada nivel debido a que cada vez que haya una interacción, habrá una mini recompensa.
2. **Género:** Plataforma, aventura, puzzles.
3. **Estilo:** 3D minimalista.
4. **Público objetivo:** Niños y niñas desde los 6 años de edad diagnosticados con TEA de categoría dimensional, grado 1.
5. **Objetivos del proyecto:** Reforzar enseñanzas básicas , autocuidado e interacción social mediante una serie de aventuras con Benji.

#### 4.1.3. Jugabilidad y mecánicas

1. **Jugabilidad:** La jugabilidad se definió en base a los requerimientos presentados en la investigación de usuario junto con las entrevistas realizadas a profesionales del área de salud y la investigación acerca de las aplicaciones que hay actualmente para el aprendizaje en niños con TEA al rededor del mundo. Esto con el fin de realizar un producto que satisfaga las necesidades de los usuarios.
2. **Misiones y desafíos:**
  - **Reconocer actividades cotidianas:** Las actividades cotidianas estarán presentes en todo el desarrollo del juego, dándose a conocer inicialmente en el nivel tutorial cuando Benji aparece en la pantalla y se muestra la primera interacción con los pictogramas (los pictogramas son signos icónicos que representan figurativamente un objeto o una acción real) que ayudarán al entendimiento de las acciones que se deben realizar dentro del juego. En una primera instancia el prototipo contemplará el uso de

oraciones junto a los pictogramas, pero se pretende realizar después una conexión con voz para el mejor entendimiento del niño.

- **Establecer hábitos:** Este objetivo será materializado en forma de misiones, como por ejemplo la recolección de objetos que formarán próximamente un puzzle y así poder atravesar las pruebas.
- **Descifrar puzzles:** Esta mecánica se centrará en la organización y disposición de puzzles para el desarrollo de pictogramas.

### 3. Mecánicas:

- **Recolección de objetos:** Esta mecánica representará la recolección de puzzles, para luego posicionarlas en la pantalla, de forma que el niño vaya reconociendo como se forma una imagen.

Un ejemplo claro de este tipo de mecánica es el videojuego Braid.



Figura 4.1: **Imagen extraída de la web:** Recolección de piezas de puzzle en el videojuego Braid.

- **Realización de puzzles:** Si bien cabe destacar que las mecánicas se han definido individualmente, en este proyecto estarán entrelazadas debido a la unión que debe haber para realizar cada una de las pruebas. Para la realización de los puzzles se deberán haber recogido las piezas necesarias, las cuales se encontrarán a lo largo del mapa. En esta mecánica se tomó la referencia anterior de Braid.
- **Reconocimiento de pictogramas:** Uno de los objetivos importantes para el aprendizaje y/o reforzamiento en los niños TEA, es la capaci-

dad de reconocer sus propias emociones o actividades, es por ello que los pictogramas son la mejor solución[41].

Para fomentar el aprendizaje con pictogramas se tomó como ejemplo la aplicación “José aprende”, el cual está dedicado 100 % a reforzar el reconocimiento de actividades mediante pictogramas.



Figura 4.2: Imagen extraída de la web: Reconocimiento de pictogramas.

Esta mecánica es un punto importante dentro de Benji, ya que es la base de la enseñanza que se le da al niño durante el juego. Los pictogramas retratarán las acciones que deben realizarse dentro del juego como apoyo a las oraciones que aparecen, para reforzar la lectura y apoyar la habilidad visual.

4. **Flujo de juego:** En un inicio el juego se plantea como un recorrido de juego lineal, por el hecho de la leve limitación que hay al hacer un tipo de juego como este. Es por ello que, la dificultad será fácil sin muchas variaciones debido a lo complejo que es la situación de los niños con TEA y la frustración que conlleva su trastorno.

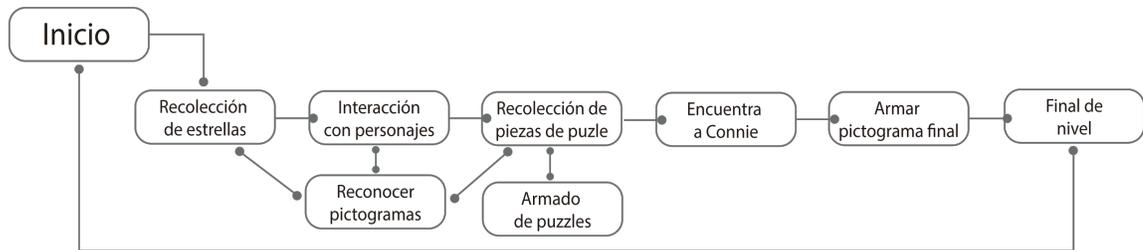


Figura 4.3: **Ilustración propia:** Representación del flujo de juego lineal.

5. **Wireframes entre pantallas:**

Se presenta de una manera ilustrada el flujo de pantallas dentro del juego, de una manera muy básica debido a los cambios que puede experimentar.

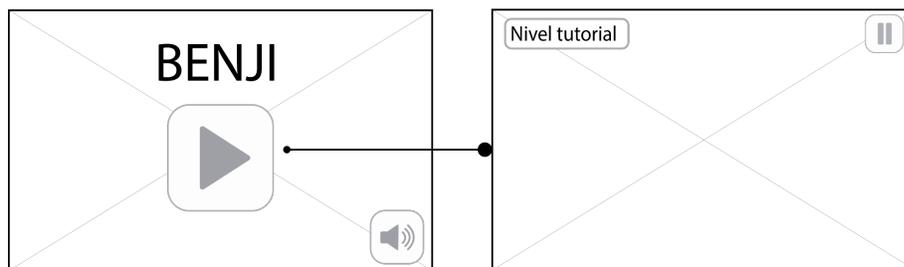


Figura 4.4: **Ilustración propia:** Transición luego de presionar el botón de inicio en el juego (botón representado por el símbolo al centro de la pantalla).

Cabe destacar que como el juego no posee niveles como tal, se hará una transición mínima entre el nivel tutorial y el nivel en sí.

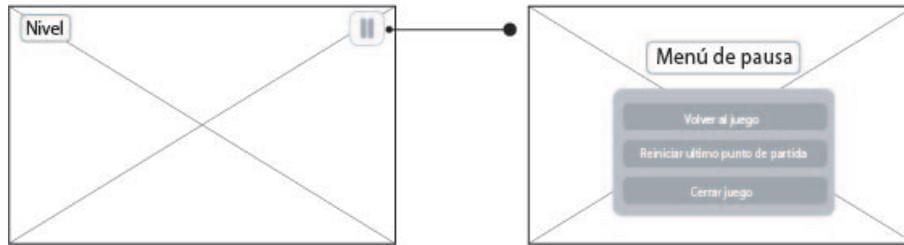


Figura 4.5: **Ilustración propia:** Menú de pausa luego de presionar el botón de pausa directamente en el ícono.

6. **Inputs:** El usuario jugará con controles de teclado inicialmente, luego se pretende que los niños utilicen un joystick para la mejor manipulación en algunos casos.

Se resaltan las teclas que el niño debe presionar, ya sea para:

- *Caminar:* flechas de dirección y las letras W-A-S-D.
- *Saltar:* tecla espacio.
- *Interacciones:* números 1 y 2.



Figura 4.6: **Imagen extraída de la web:** Representación de los controles a utilizar.

#### 4.1.4. Historia, personajes y objetos

1. **Historia principal:** Benji un niño de 6 años, está solo y triste ya que su mejor amigo Connie se perdió. Benji se encuentra solo sentado bajo un árbol sin saber que hacer, aquí es donde el usuario aparece y Benji se pone muy feliz al saber que alguien puede ayudarlo en su búsqueda. Atraviesan diferentes pruebas para poder encontrar pistas que lo lleven a Connie.

#### 2. Personajes:

- **Personaje principal:** Benji, un niño de 6 años, tímido, de aspecto delgado pero amigable. La sensación que se desea entregar con el personaje de Benji, es de amistad, cariño, y apoyo.

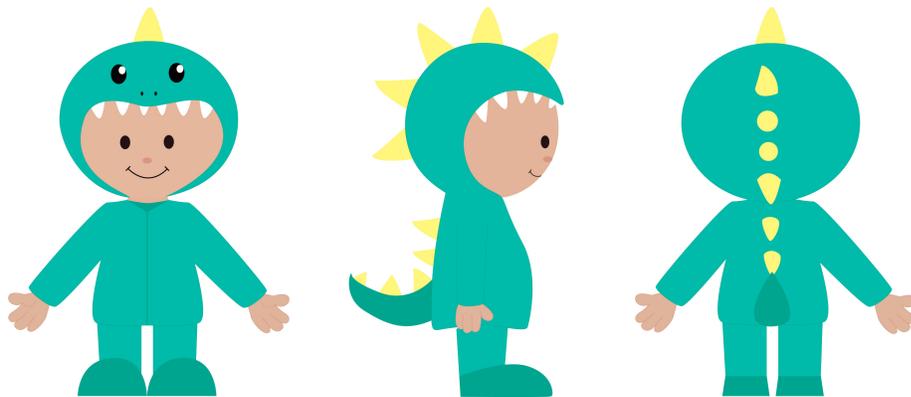


Figura 4.7: **Ilustración propia:** Benji digitalizado, de frente, lado y de espalda.

Dentro del videojuego se abarcarán temas como los hábitos, las emociones y las actividades cotidianas, todas estas estarán representadas por personajes que irán apareciendo en el camino para ayudar al usuario y a Benji a encontrar a Connie.

#### ■ Personajes secundarios

- **Connie:** Connie es el conejo de peluche perdido de Benji, este representa la paz y tranquilidad que tiene Benji, es por ello que se definió una paleta de colores acorde a la psicología del color que indica los tonos blancos o pasteles como pacíficos.

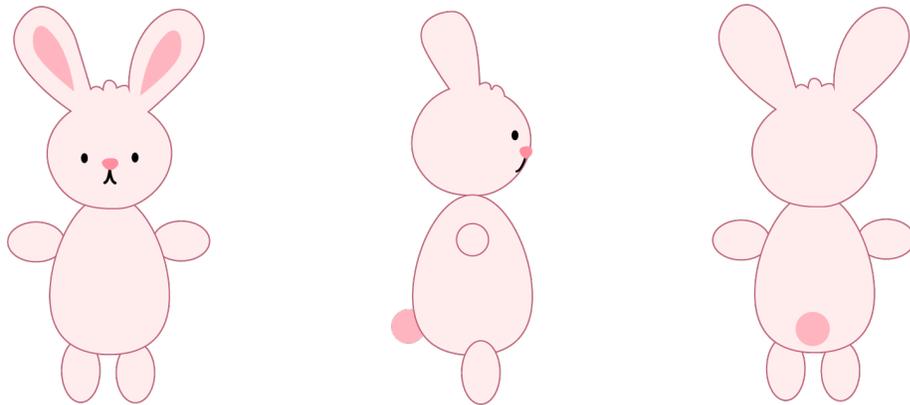


Figura 4.8: **Ilustración propia:** Connie digitalizado, de frente, lado y de espalda.

- **Maxin:** Este personaje es el primero con el cual Benji se encuentra y es su primo. Él tiene 7 años de edad y tiene una hermana pequeña llamada Gabriela. Benji y Maxin se llevan muy bien y siempre se ayudan mutuamente.

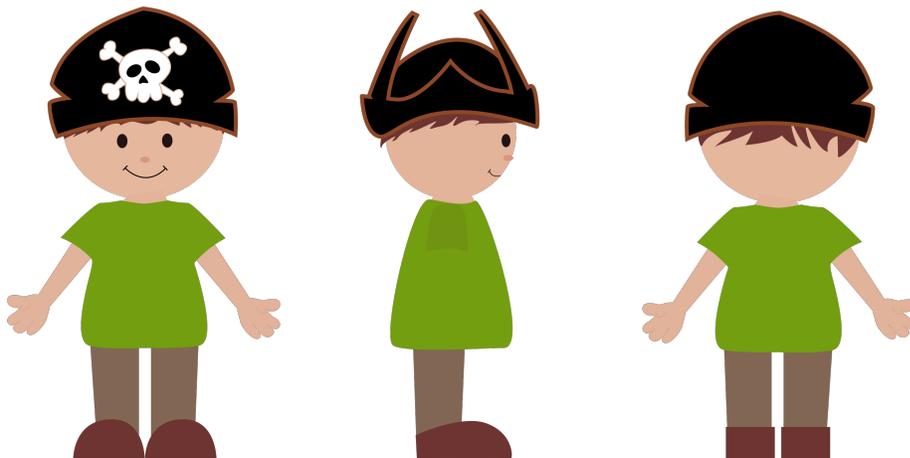


Figura 4.9: **Ilustración propia:** Maxin digitalizado, de frente, lado y de espalda.

- **Gabriela:** Gabriela, hermana de Maxin y prima de Benji, tiene 5 años de edad y es fanática de los animales por eso porta siempre sus orejitas de conejo.

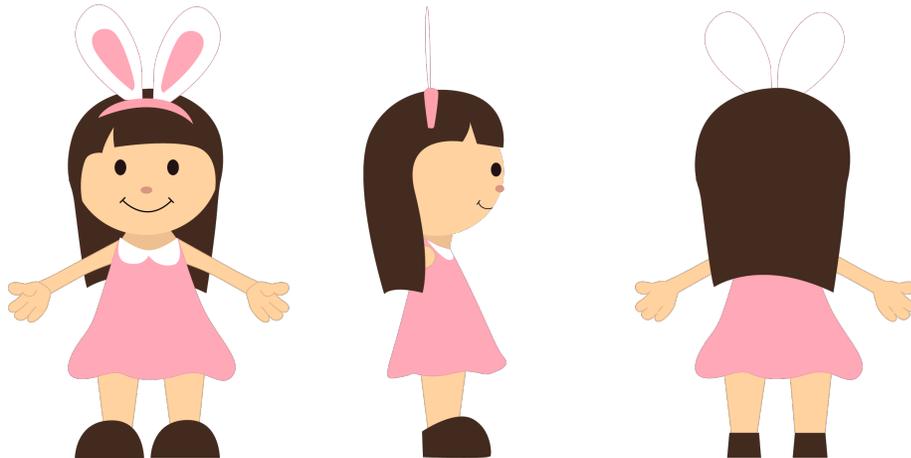


Figura 4.10: **Ilustración propia:** Gabriela Digitalizada, de frente, lado y de espalda.

## 4.2. Concepto de arte

Dentro de esta sección se presentarán las referencias de otros videojuegos para el desarrollo de Benji y el resultado que salió de ellos.

### 4.2.1. Interfaz

Según la profesora Ghilian Navea, especialista y profesora de niños con TEA, quien como se comentó anteriormente también padece el trastorno. Menciona que entre menos confusión tenga el niño mayor va a ser el umbral de aprendizaje con el entorno tecnológico. Es por ello que se ha definido inicialmente una interfaz limpia y minimalista.

El ejemplo claro de lo que se quiere apuntar es: Monument Valley, que posee un arte minimalista en su totalidad y tiene muy pocos objetos dentro de la interfaz que le presenta al usuario.



Figura 4.11: **Imagen extraída de la web:** Menú del videojuego Monument Valley.

Se construyeron varios MoodBoards para identificar y desarrollar el mejor entorno posible para el videojuego.



Figura 4.12: Ilustración propia: Primer moodboard genérico.



Figura 4.13: Ilustración propia: MoodBoard estética y colores.





Figura 4.15: **Ilustración propia:** Portada del juego (menú inicial.)

Se planteó un entorno minimalista en base a las referencias mencionadas.



Figura 4.16: Primera vista del personaje y el entorno 3D dentro del motor Unreal Engine 4.

Dentro del diseño de interfaz y HUD que tendrá el videojuego, se tomó como referencia los pictogramas genéricos disponibles para la comunidad entera en la página de ARASAAC[42], de estos se realizaron los pictogramas específicos para representar las acciones que Benji realizará dentro del juego.

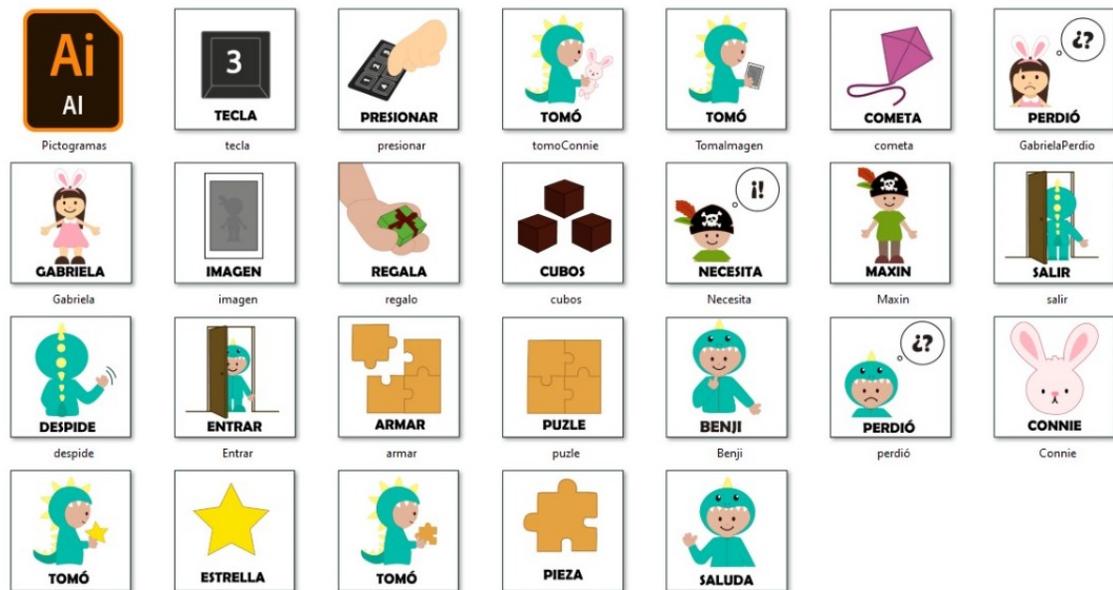


Figura 4.17: **Ilustración propia:** Representación de los pictogramas.

Estos pictogramas van apareciendo cada vez que el niño debe generar una acción dentro del juego o simplemente para recordar ciertas actividades que deben realizarse día a día como lo es saludar o despedirse. Los pictogramas siempre aparecen en forma de tres imágenes bajo la oración que se muestra, para que el niño asocie lo que se está diciendo con lo que se debe hacer.

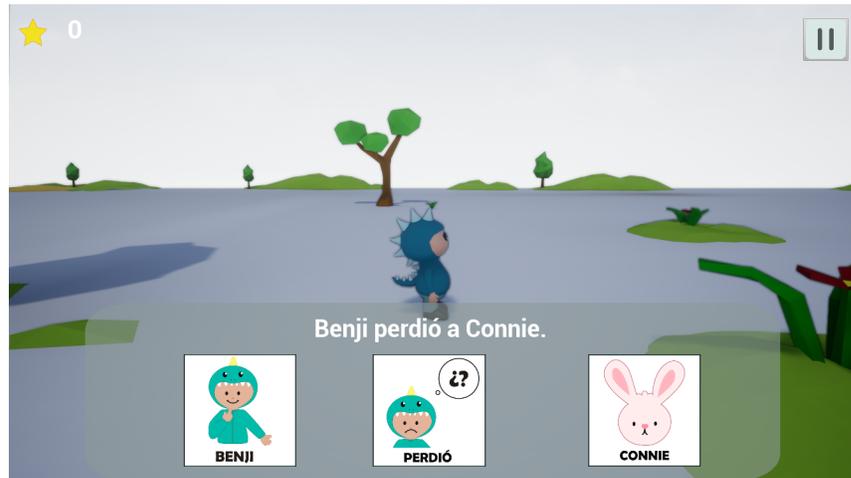


Figura 4.18: Vista de los pictogramas dentro del videojuego.

#### 4.2.2. HUD

Dentro de la interfaz existirán elementos mínimos que estarán presentes en el juego. Estos elementos estarán delimitados debido a la cantidad casi nula de contenido que se le debe mostrar al niño, es por ello que se decidió inicialmente, sólo poner un botón de pausa en pantalla junto con el contador de estrellas mientras se desarrolla el juego, y cuadros de texto cada vez que se le muestre una acción que deba realizar, sin molestar al jugador.

Al presionar el botón de pausa el niño verá un mini menú de pausa, con dos opciones para reanudar el juego o salir hasta el menú principal.



Figura 4.19: Vista del menú de pausa.

Cada una de las gráficas que existen tanto en los menús como en el videojuego en sí, fueron una creación propia realizada en el software Illustrator.

### 4.3. Diseño de personajes

El diseño de personajes estará predefinido, sin embargo, estará sujeto a muchas modificaciones, ya que esta parte en específica será realizada en conjunto con el cliente y los niños, quienes serán los usuarios finales de este proyecto.

En base a las referencias descritas anteriormente se representa el diseño final para Benji.

#### 4.3.1. Personaje principal: Benji

Se muestra a continuación el proceso completo desde la conceptualización hasta el modelado de Benji para la realización del videojuego. También se dará a conocer la forma en la que se animó el personaje para darle "vida" dentro del motor de juego.

1. Referencias:

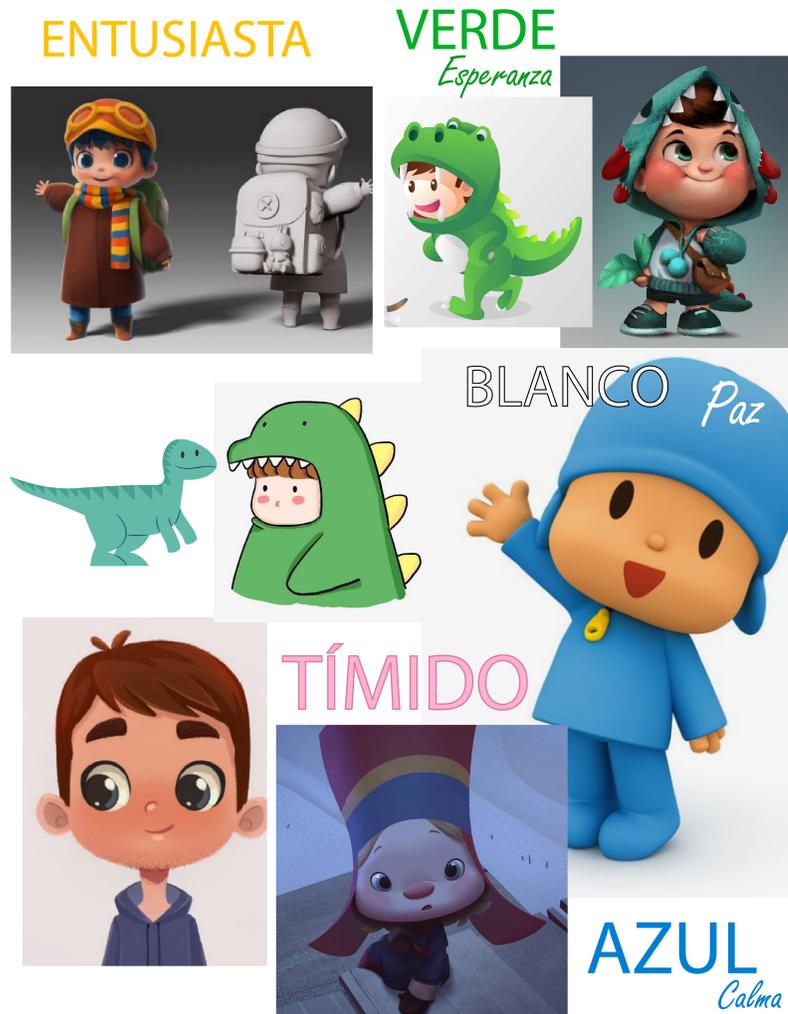


Figura 4.20: MoodBoard de referencias para Benji.

2. Boceto:

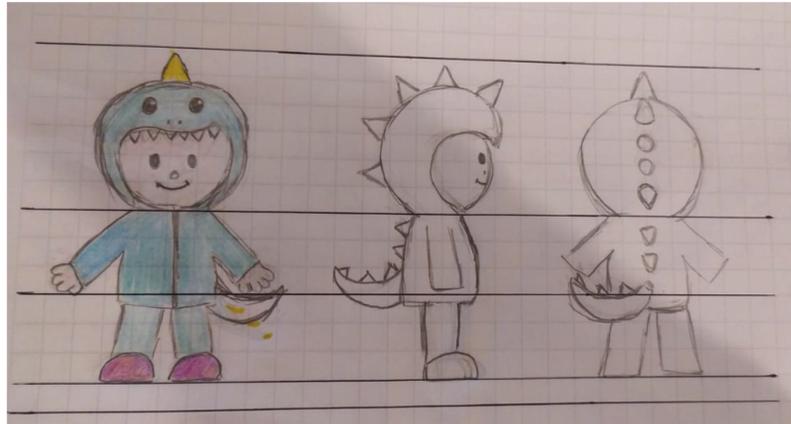


Figura 4.21: Boceto de Benji.

3. Digitalización:

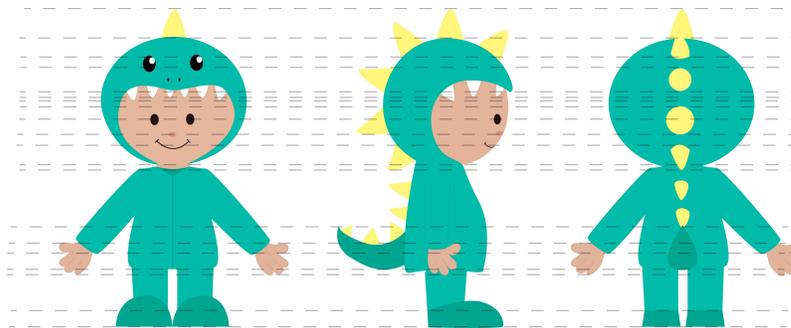


Figura 4.22: Boceto de Benji digitalizado.

#### 4. Modelado en Maya:

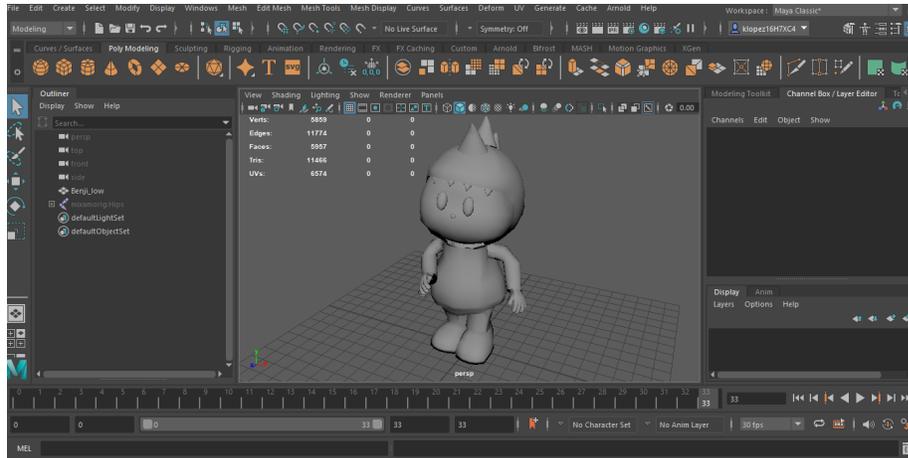


Figura 4.23: Proceso de modelado dentro de Maya

#### 5. Texturizado en Substance:

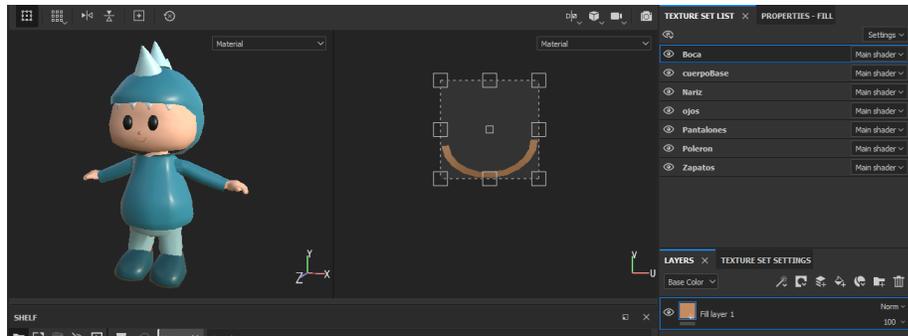


Figura 4.24: Texturización.

6. Implementación dentro de Unreal:



Figura 4.25: Benji modelado en 3d.

### 4.3.2. Personajes secundarios:

Para efectos del videojuego se investigó en base a las referencias mencionadas en el estado del arte para la realización de los personajes que acompañarán a Benji en la aventura.

- **Connie:** Para desarrollar a Connie se tomaron en consideración aspectos relevantes de los acompañantes que aparecen en Pocoyó, y diseños minimalistas de conejos.



Figura 4.26: Referencias iniciales de Connie.

Para un buen modelamiento se debe realizar el bosquejo digital correcto es por ello que se ve el dibujo con líneas de fondo, las cuales guían los tamaños de los personajes.

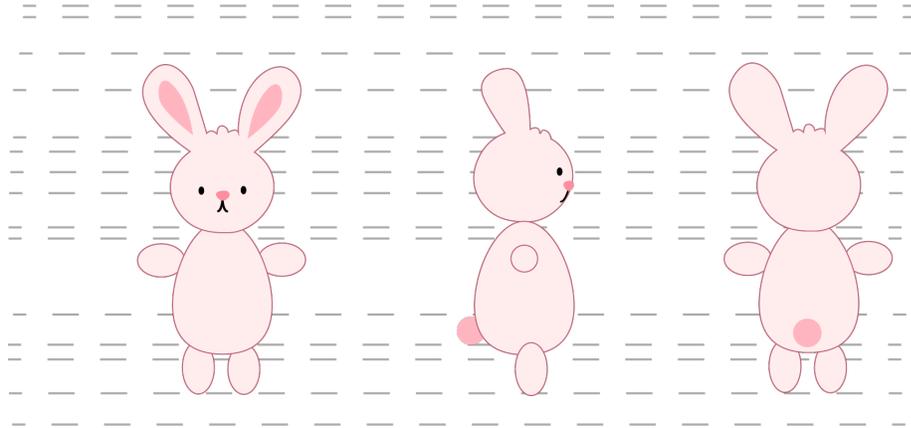


Figura 4.27: Digitalización correcta de Connie.

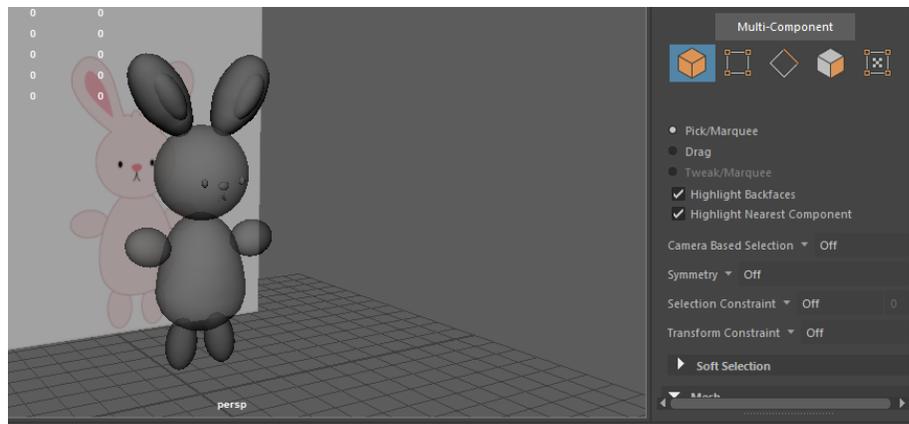


Figura 4.28: Modelado de Connie en Maya 2021.

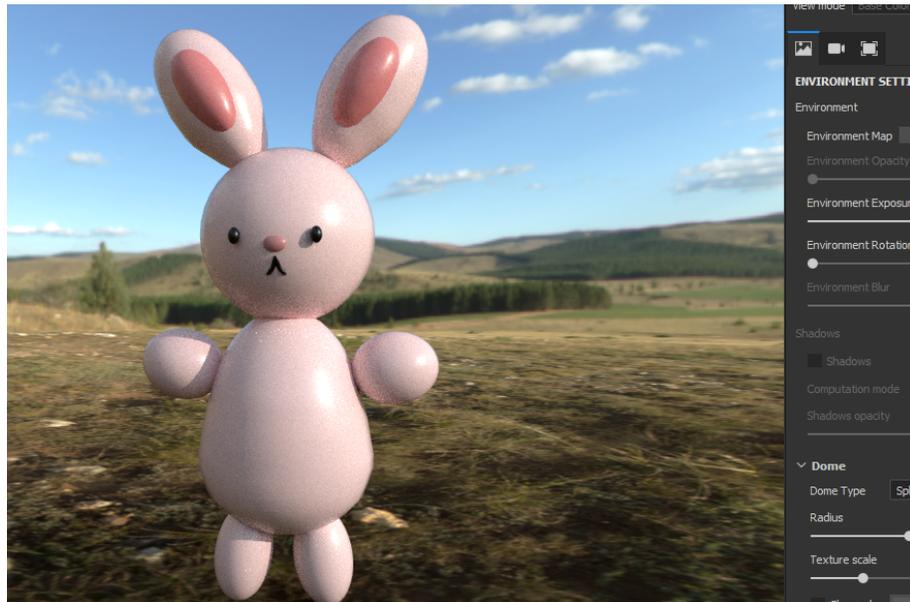


Figura 4.29: Connie texturizada en Substance Painter.

- **Maxin:** Para la realización de Maxin se tuvieron en consideración la teoría del color[43] debido a que se quería transmitir de forma correcta los sentimientos que cada personaje tenía con Benji.

# Maxin

## Características del personaje

**Nombre:** Maxin Ópal.  
**Edad:** 7 años.  
**Color y estilo de pelo:** Castaño oscuro, pelo corto.  
**Color de ojos:** Café.  
**Sexo:** Masculino.  
**Sonoridad al hablar:** Voz un poco grave.  
**Físico:** 1.30 mts. de alto, peso 35 kilos, textura normal.  
**Salud:** No tiene ningún problema.  
**Manera de vestir:** Usa un pantalon café y polera verde.  
**Carácter:** Es muy amigable y protector con su primo Benji y su hermana.

## Características psicológicas

**Historia personal:** Maxin es primo de Benji y hermano de Gabriela, vive con su papá, mamá y hermana. Va al colegio que queda cerca de su hogar y le encanta jugar a los piratas.  
**Ocupación actual:** Estudiante.  
**Ética/Moral:** Aún no tiene desarrollado bien este aspecto.  
**Cualidades:** Es un buen estudiante, aplicado, también carismático, siempre hace reír al resto.  
**Defectos:** A veces no le gusta jugar mucho con su hermana.  
**Conducta social:** Es muy sociable en el colegio, tiene muchos amigos y a todos le cae muy bien.



Figura 4.30: MoodBoard de Maxin.

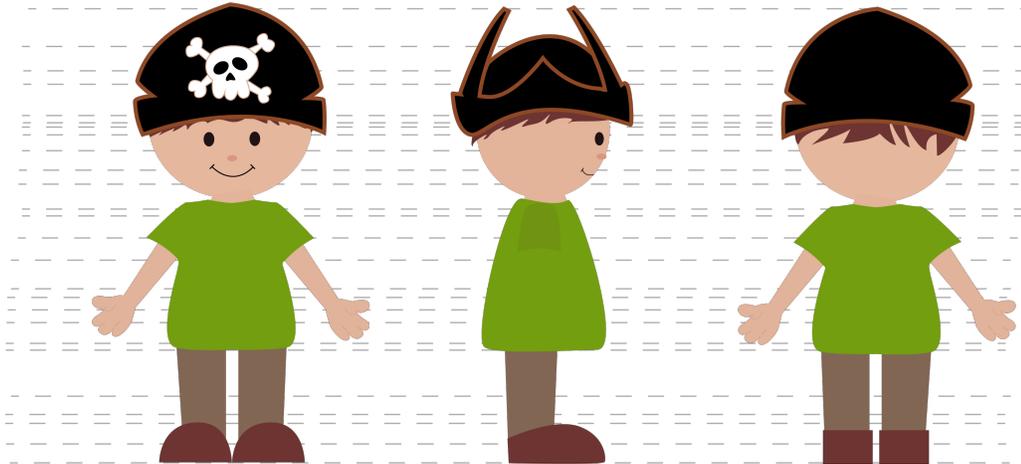


Figura 4.31: Digitalización de Maxin correcta.



Figura 4.32: Maxin modelado en Maya 2021.



Figura 4.33: Maxin texturizado en Substance Painter.

- **Gabriela:** Para la construcción de Gabriela se realizó un proceso muy similar al de Maxin respecto a los colores.

# Gabriela

## Características del personaje

**Nombre:** Gabriela Ópal.  
**Edad:** 5 años.  
**Color y estilo de pelo:** Castaño oscuro, pelo largo.  
**Color de ojos:** Café.  
**Sexo:** Femenino.  
**Sonoridad al hablar:** Voz aguda, le cuesta pronunciar palabras difíciles.  
**Físico:** 1.10 mts. de alto, peso 20 kilos, contextura delgada.  
**Salud:** No tiene problemas.  
**Manera de vestir:** Le gustan los colores rosa, por lo que siempre tiene al menos una prenda de ese color, le gusta andar con un cintillo con orejas de conejo.  
**Carácter:** Muy dulce y de piel, es una niña muy respetuosa, que ama los animales.

## Características psicológicas

**Historia personal:** Hermana de Maxin y prima de Benji, vive con sus padres y hermanos, pero va todos los fines de semana a jugar con Benji, ellos se llevan muy bien ya que les encantan los conejos.  
**Ocupación actual:** Estudiante.  
**Ética/Moral:** Alto.  
**Cualidades:** Paciente, con mucha imaginación, muy cariñosa.  
**Defectos:** Cuando algo no le gusta se lo guarda para ella y no lo dice.  
**Conducta social:** Es muy alegre y disfruta mucho de la compañía de cualquier persona.



Figura 4.34: MoodBoard de Gabriela.

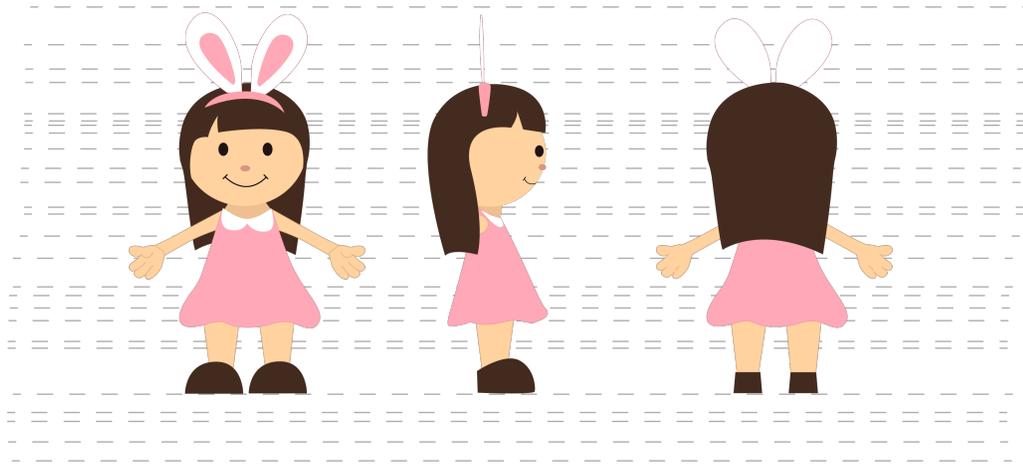


Figura 4.35: Digitalización de Gabriela correcta.

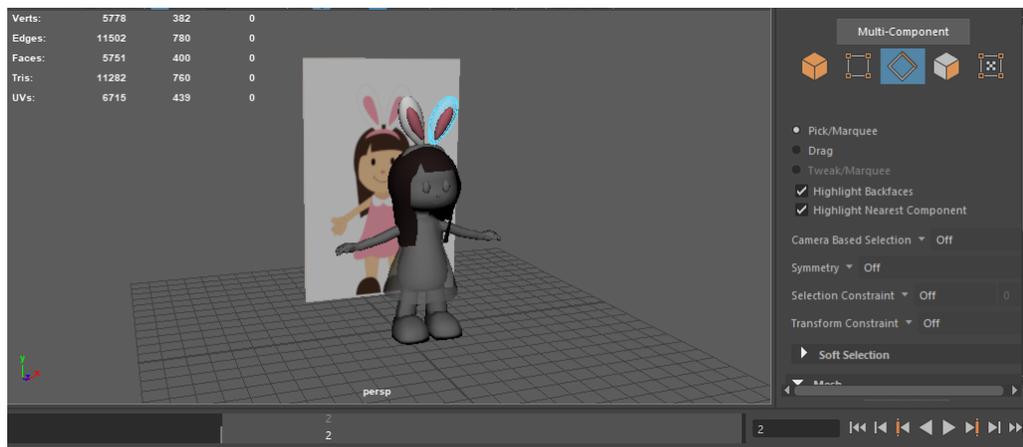


Figura 4.36: Modelado de Gabriela en Maya 2021.

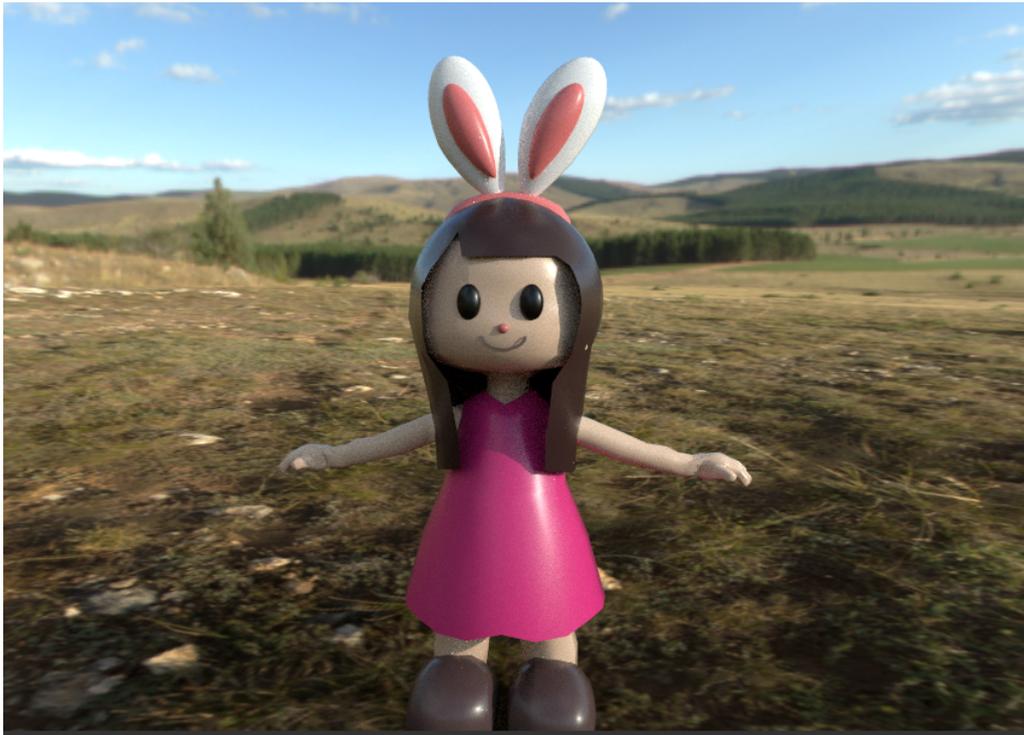


Figura 4.37: Gabriela texturizada en Substance Painter.

### 4.4. Diseño de nivel y objetos

Para el diseño correcto de los objetos y diagramación eficaz del nivel, se creó un diseño de nivel en base a eventos que debiesen ocurrir dentro del juego.

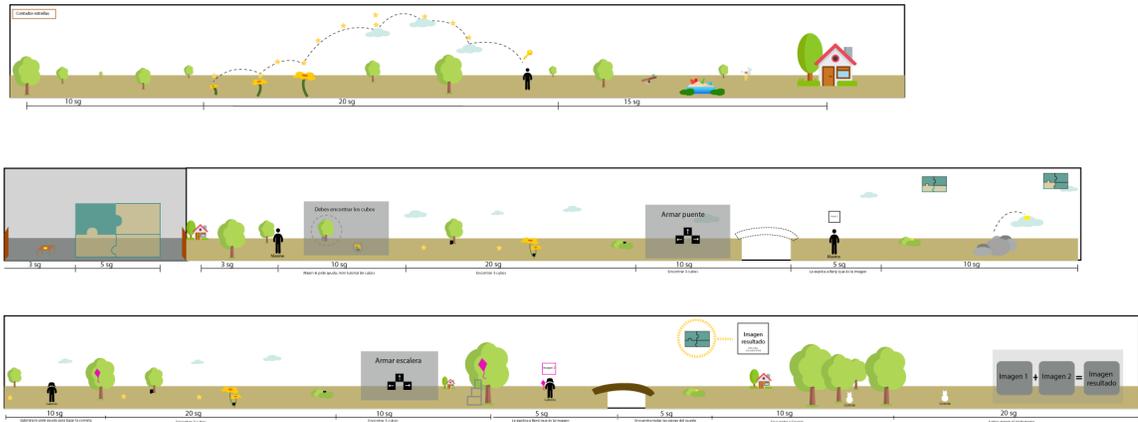


Figura 4.38: **Ilustración propia:** Diseño de nivel digitalizado en 2D.

Logo de diagramarlo correctamente, se comenzó a prototipar dentro del motor de juego.

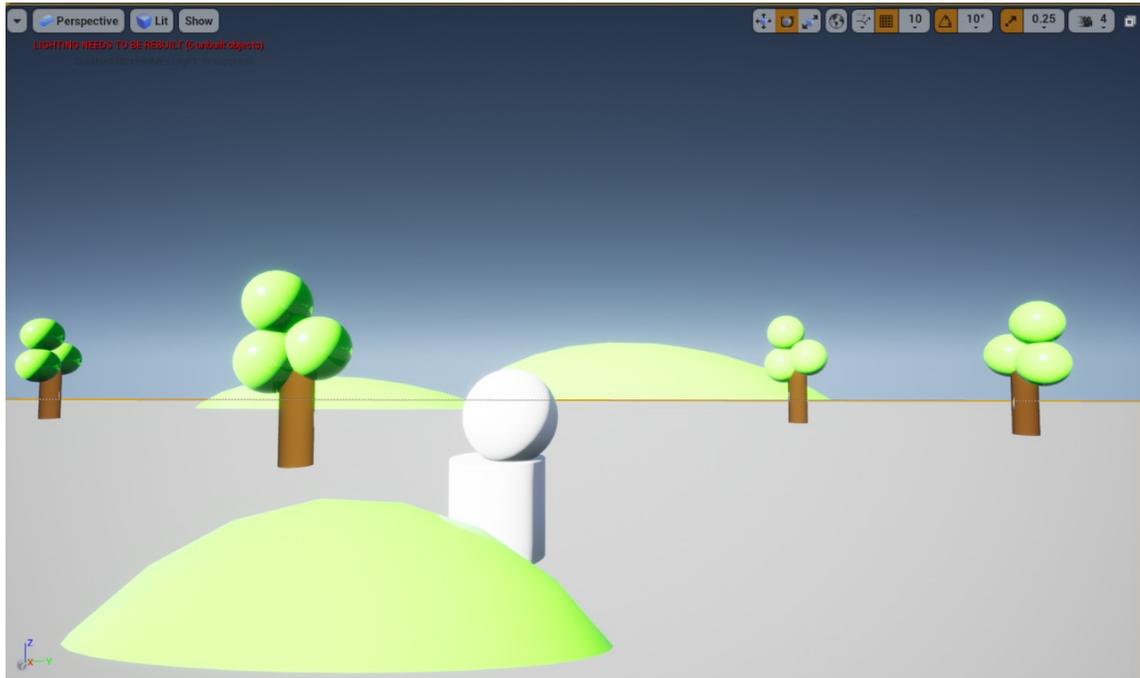


Figura 4.39: Fase prototipo para testear nivel.

Para una correcta implementación se tomaron recursos gratuitos de la biblioteca de Epic Game Store (Tienda de videojuegos digitales creada por Epic Games.), para la realización inicial de este proyecto.

### 1. Recursos Lowpoly\_Nature:

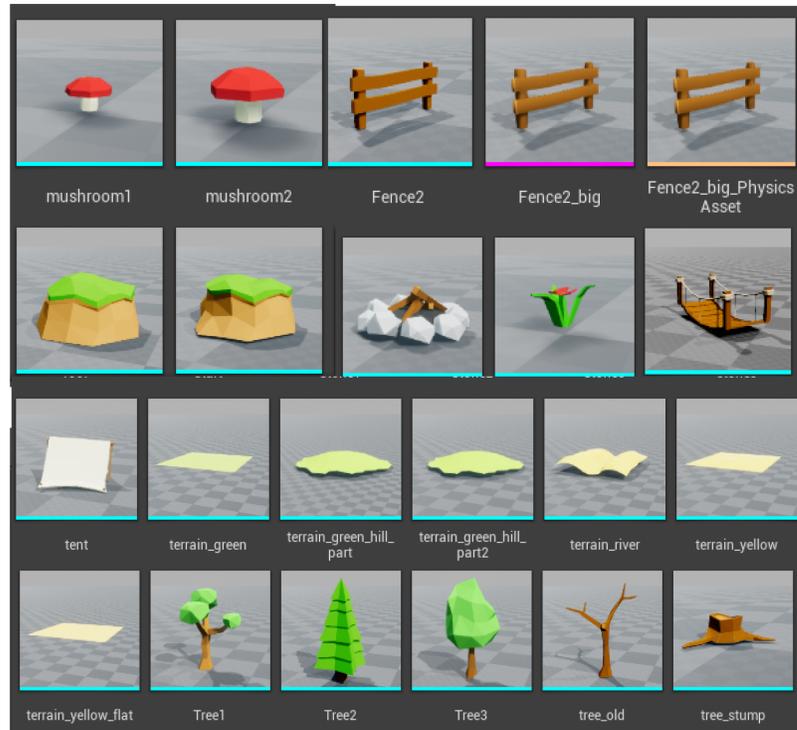


Figura 4.40: Recursos utilizados dentro del proyecto.

Se utilizó una parte de los assets disponibles de LPGenericPropsSet02 gratuitos en la biblioteca de Epic Store.

## 2. Recursos de LPGenericPropsSet02:



Figura 4.41: Recursos utilizados dentro del proyecto.

3. **Nubes:** Las nubes servirán de plataforma para las diferentes actividades que debe realizar Benji.

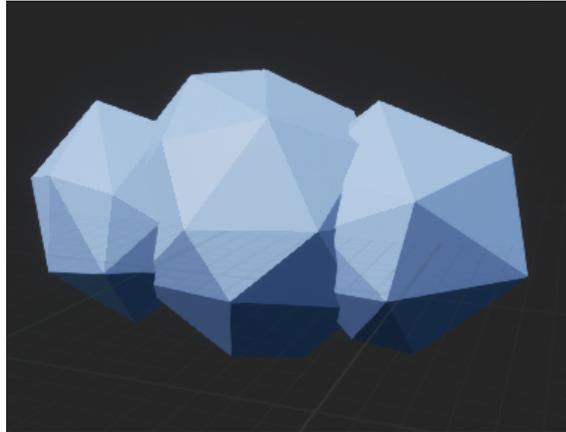


Figura 4.42: Vista de nube en Unreal Engine 4.

4. **Estrella:** Las estrellas son objetos interactivos, los cuales cada vez que Benji tome uno, éste se irá almacenando en el contador para otorgar un puntaje al finalizar el nivel.

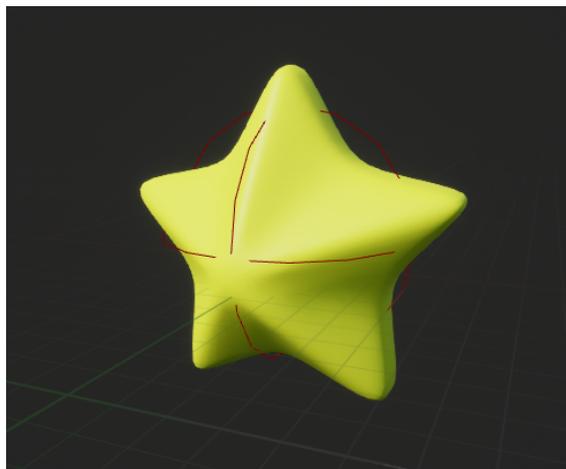


Figura 4.43: Vista de estrella en Unreal Engine 4.

5. **Pieza de puzle:** Las piezas de puzle son los objetos interactivos más importantes ya que al momento de recoger uno este irá mostrando cada una de las pequeñas imágenes que se necesitan para completar el puzle, estas se irán rellenando de forma automática.



Figura 4.44: Vista de una pieza del puzle dentro del juego.

## 4.5. Música y sonidos

Debido a las especificaciones mencionadas anteriormente, se deberá tener en consideración sonidos leves y dulces, nada que altere al usuario. Este proceso al igual que el anterior deberá ser realizado con mucha responsabilidad de acuerdo al alto riesgo que hay con la sensibilidad de los niños con TEA.

Es por ello que se realizó una investigación apropiada y se determinó usar los siguientes sonidos de uso libre para la comunidad, sin copyright:

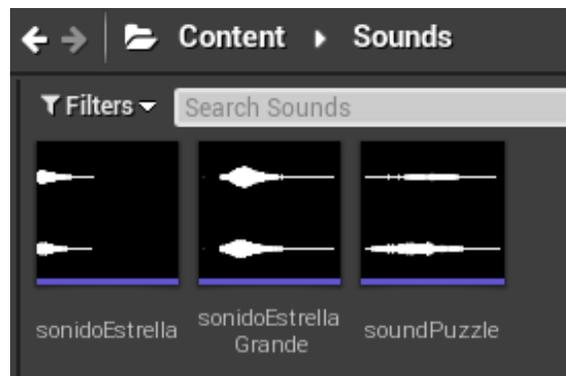


Figura 4.45: Sonidos implementados dentro de unreal engine.

## 4.6. Nivel

La descripción de nivel de juego estará asociada netamente a la linealidad y simplicidad de juegos plataformeros que existen actualmente en el mercado.

### 4.6.1. Progresión

- Unravel: Este juego si bien tiene una dificultad que va aumentando mientras se recorre el mapa, progresa de una forma minuciosa en donde el jugador no se siente presionado.



Figura 4.46: **Imagen extraída de la web:** Captura de pantalla de cinemática de Unravel two.

- Badland: Es un videojuego de plataformas para dispositivos móviles, con un contenido minimalista a la hora de estar jugando. Este videojuego se destaca por tener poca progresión dentro de los niveles que contiene, haciendo al juego muy lineal pero entretenido.



Figura 4.47: Imagen extraída de la web: Gameplay Badland.

#### 4.6.2. Implementación de progresión dentro de Unreal Engine

Para realizar un buen flujo de juego se crearon 3 mapas dentro de Unreal Engine, para que así se distinguieran bien las áreas por las cuales Benji iba a tener que recorrer.

1. **Jardín principal:** Este sector es en donde comienza el juego. Representa un espacio abierto lleno de naturaleza alrededor.

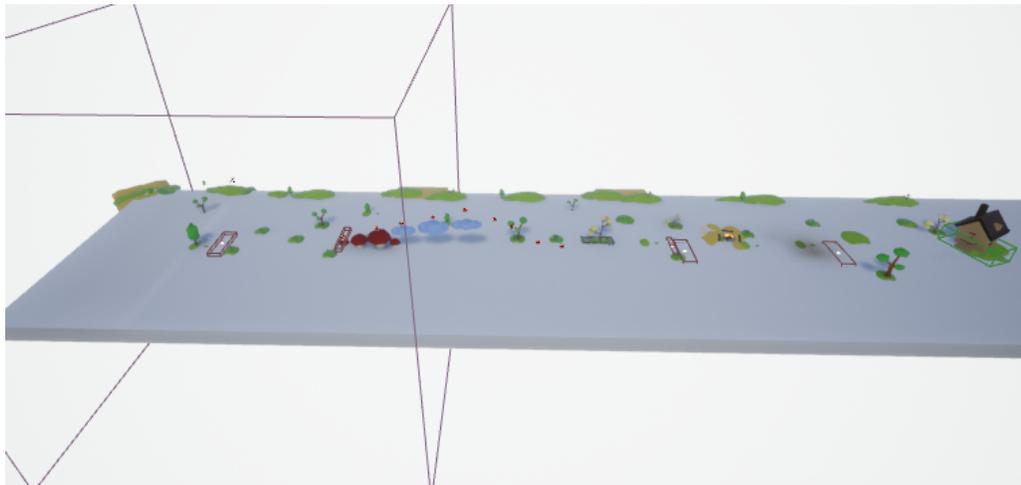


Figura 4.48: Vista genérica del jardín principal.

2. **Casa:** La casa está pensada para representar el hogar y la familia como un concepto relevante aunque no es explícito.

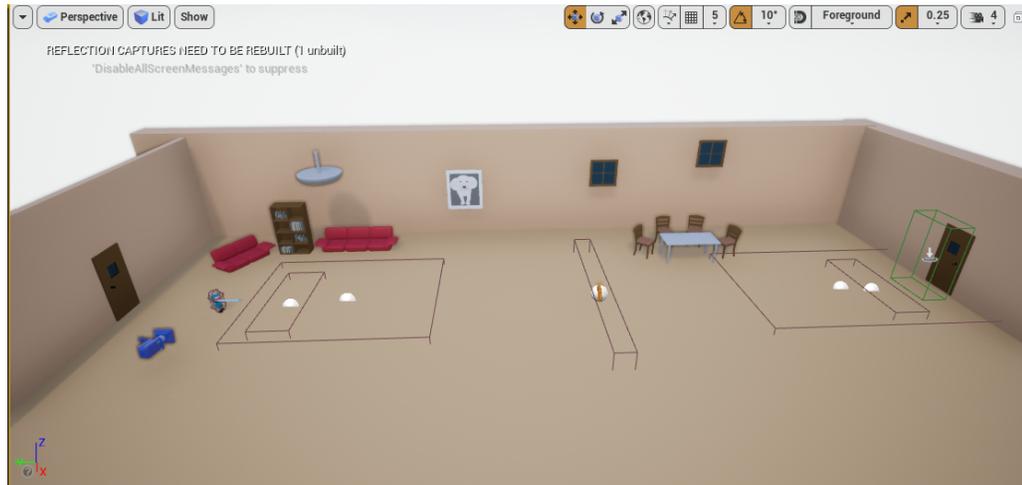


Figura 4.49: Vista genérica de la casa.

3. **Jardín secundario:** El sector que se muestra a continuación es más bien una continuación al jardín inicial mencionado anteriormente. Aquí es sumamente importante ya que Benji interactuará con sus primos por primera vez.



Figura 4.50: Vista panorámica del la parte dos del bosque.

## 4.7. Eventos importantes

Dentro de esta sección se darán a conocer los eventos o situaciones con mayor relevancia dentro del juego.

#### 4.7.1. Inicio / tutorial

Aquí el niño podrá ir aprendiendo cómo se juega el videojuego, ya que todo el primer sector en dónde se encontrará estará de forma explicativa junto a los pictogramas.



Figura 4.51: Ejemplo de explicaciones en la fase tutorial.

#### 4.7.2. Recolección de puzles

A medida que el juego avanza Benji se encontrará con las piezas del puzle dentro del juego, es por ello que la primera vez que la obtiene, se le explicará al niño para que sirva.



Figura 4.52: Retroalimentación al obtener pieza.

#### 4.7.3. Encuentro con otros personajes

Dentro del juego Benji se encontrará con diferentes personajes.

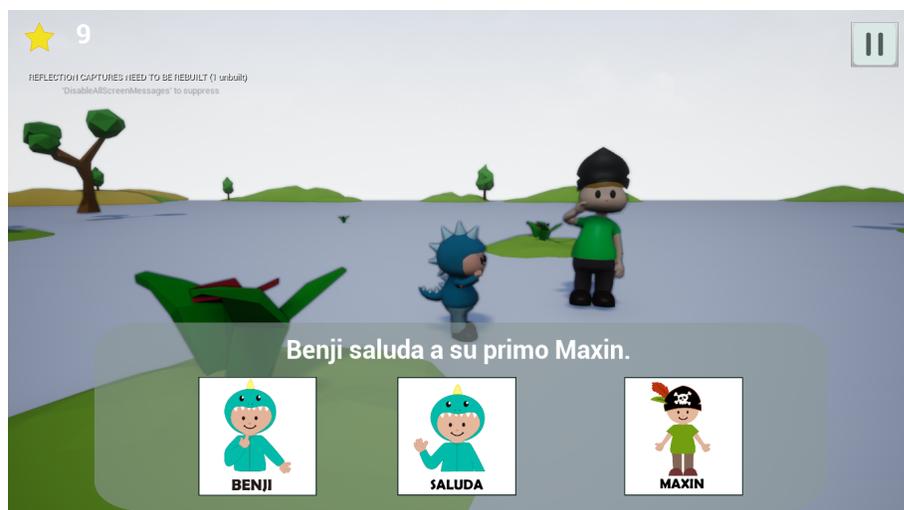


Figura 4.53: Representación de encuentro con personaje.

## 4.8. Realización de puzle

Luego de conocer a más personajes Benji deberá interactuar para poder cumplir con los objetivos que ellos le pedirán.



Figura 4.54: Realización de puzle para poder cruzar hacia el otro lugar.

## 5. Implementación

---

En este capítulo se mostrará la implementación del diseño general del videojuego. Se mostrará tanto las mecánicas más utilizadas como la programación genérica que se utilizó.

### 5.1. Mecánicas principales

Se detallará con claridad y detalladamente como se realizó la implementación de las mecánicas dentro del videojuego.

#### 5.1.1. Sistema de diálogos y representación de los pictogramas

Para la implementación de los pictogramas se tuvo que agregar Blueprints específicos para mostrar de una buena manera el contenido cada vez que el jugador pasa por una parte específica.

Se crearon blueprints específicos para mostrar el texto solo cuando el jugador pasara por un lugar específico.

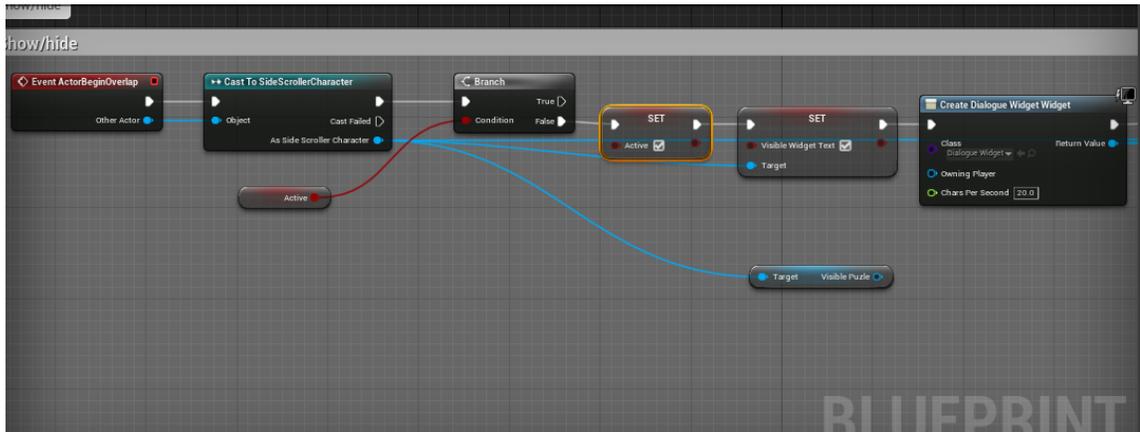


Figura 5.1: Blueprint de Texto parte 1.

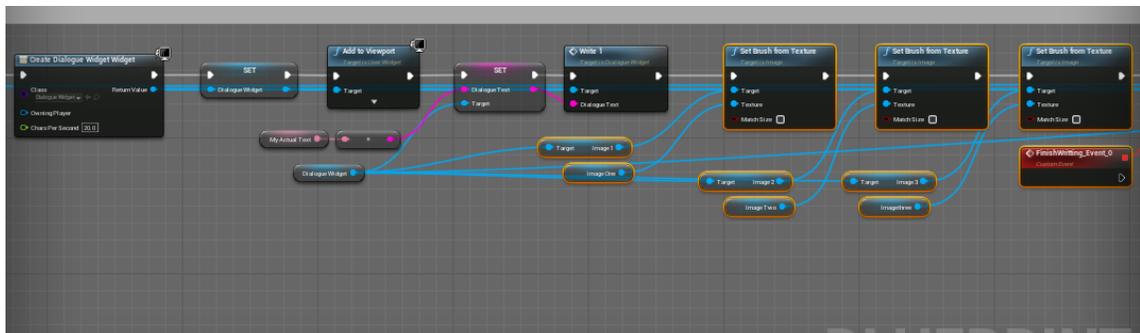


Figura 5.2: Blueprint de Texto parte 2.

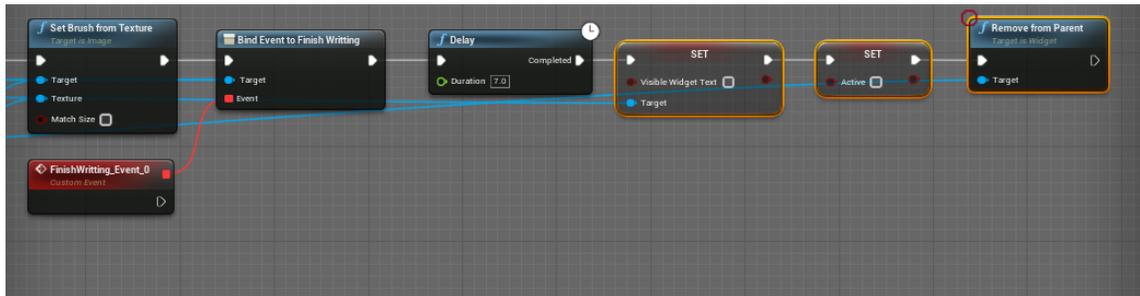


Figura 5.3: Blueprint de Texto parte 3.

Junto con el blueprint anterior, fue de suma importancia implementar una interfaz para que el texto se pudiese ver en pantalla.

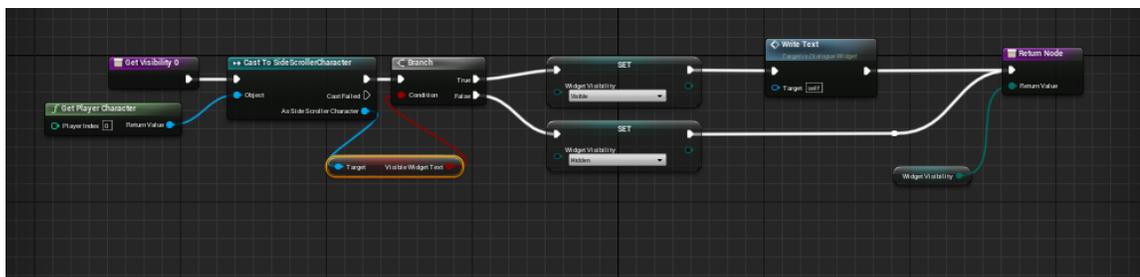


Figura 5.4: Interfaz del texto.

Dentro de cada texto se mostraban los pictogramas, es por ello que se necesitó agregar una referencia de las imágenes en la interfaz del texto.

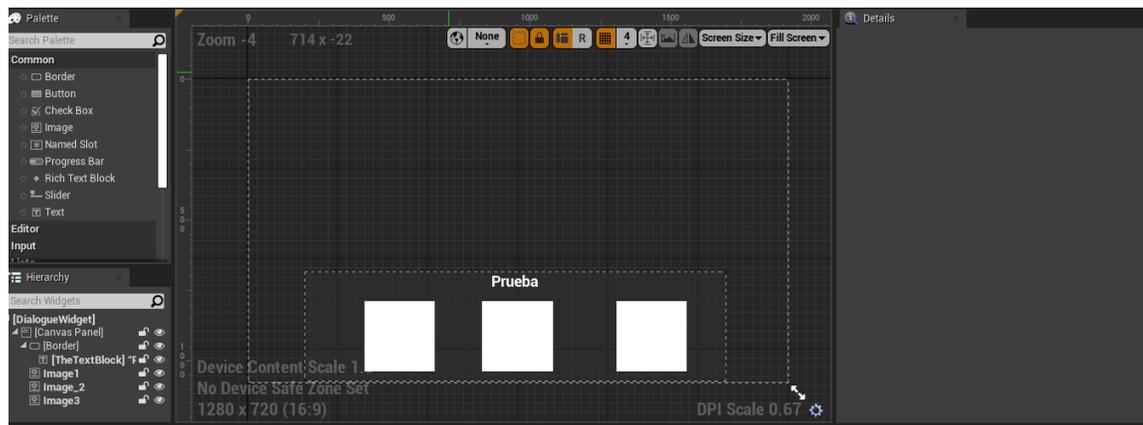


Figura 5.5: Widget de diálogo, con las referencias a las imágenes de los pictogramas.

### 5.1.2. Recolección de estrellas

Para esta parte se implementó una interfaz que mostrase en pantalla la cantidad de estrellas que iba obteniendo el jugador durante todo el juego.

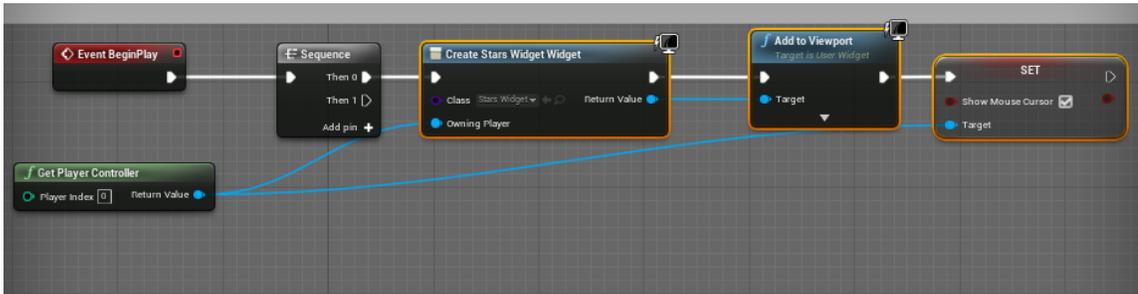


Figura 5.6: Configuración para que se mostrase el contador en todo momento.

### 5.1.3. Recolección de piezas para el puzle

Para recoger de una buena forma las piezas del puzle se implemento un sistema ordenado para ir posicionando las piezas de forma correcta dentro de una matriz.

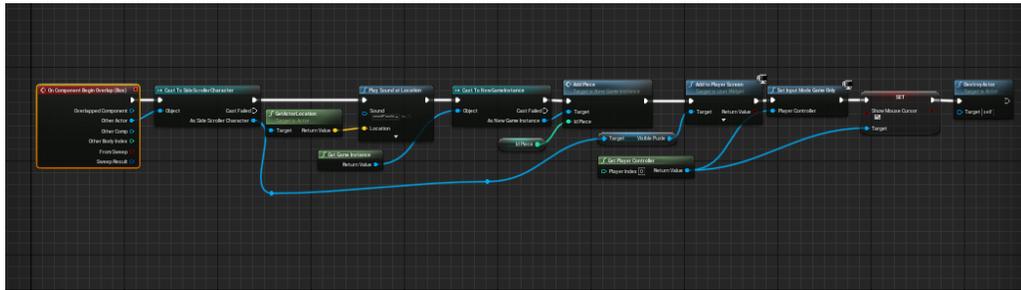


Figura 5.7: Blueprint para agregar la pieza a la matriz.

Se tuvo que crear una instancia de la pieza para poder agregarla dentro de la matriz total del puzle.

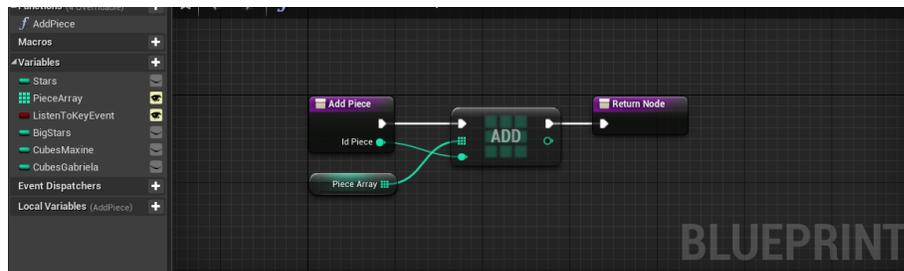


Figura 5.8: Instancia para asignar la pieza al puzle.

Se debe mostrar en pantalla una leve retroalimentación para que el niño sepa lo que ocurre al recoger una pieza del puzle.

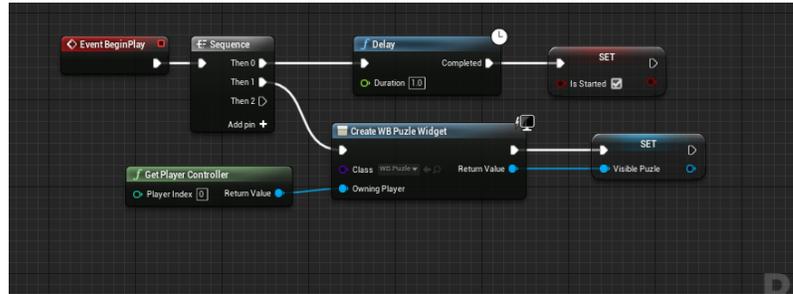


Figura 5.9: Mostrar retroalimentación de puzle en pantalla.

#### 5.1.4. Eventos del personaje

1. **Movimiento:** Estos blueprint controlan el movimiento en las direcciones correspondientes del personaje. Ya sea adelante, atrás (vista de lado) y el salto.

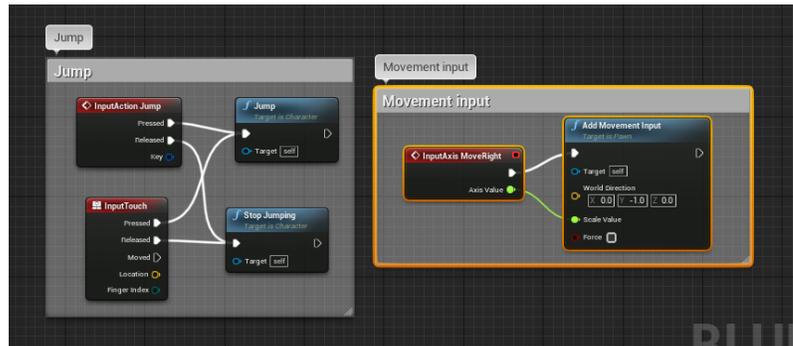


Figura 5.10: Movimiento del personaje.

2. **Eventos realizados por Benji para los personajes:** Para la interacción dentro del juego, se implementó un pequeño puzzle o desafío, en el cual el usuario deberá recoger objetos del mapa para poder realizar una acción, en este caso la acción es cruzar hacia otro lado, por lo que el usuario deberá presionar una tecla correspondiente al objeto correcto para poder cruzar.

Como primera parte, se determinó cómo hacer para que el usuario pudiese seleccionar el objeto SOLO cuando tuviese como prerequisite el haber encontrado los objetos en el mapa.

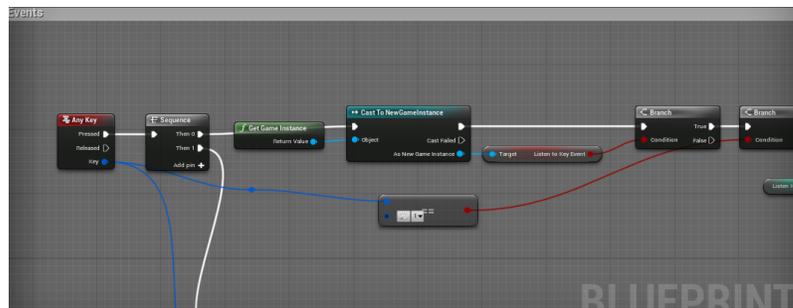


Figura 5.11: Evento cruzar con puente parte 1.

Se revisa si es que la variable boolean: *Can construction bridge* es verdadera para poder realizar la acción.

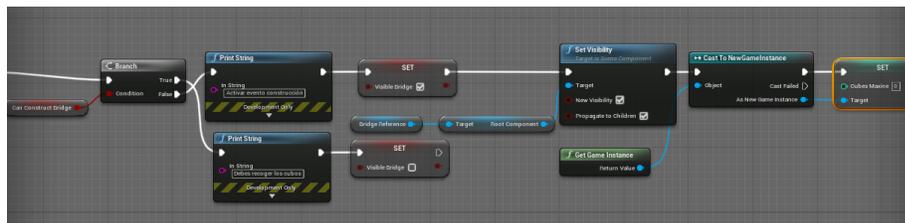


Figura 5.12: Evento cruzar con puente parte 2.

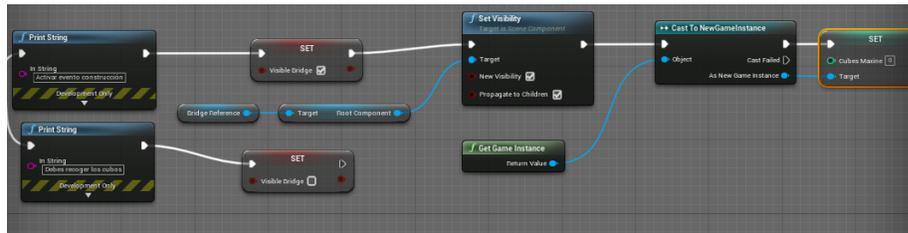


Figura 5.13: Evento cruzar con puente parte 3.

Inicialmente se tenía puesto el verificar si el usuario presionaba una secuencia de teclas para poder activar la acción, pero dentro de los testeos se implementó la opción de que sólo presionara una tecla correspondiente a la acción a realizar.

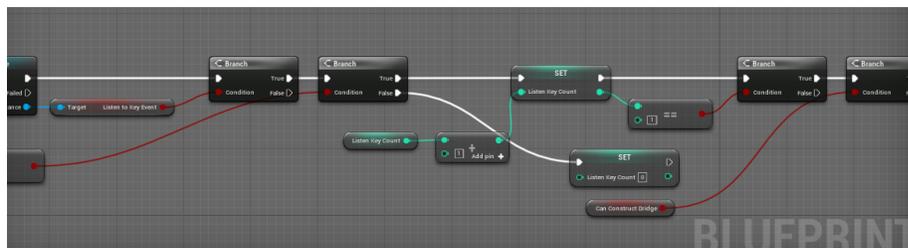


Figura 5.14: Evento cruzar con puente código inicial con verificación de secuencia.

### 3. Eventos de colisión con objetos:

Para saber si Benji recogió los objetos necesarios dentro del mapa, se revisó si el personaje colisionaba con este, para luego almacenarlo en una variable y poder acceder desde la verificación.

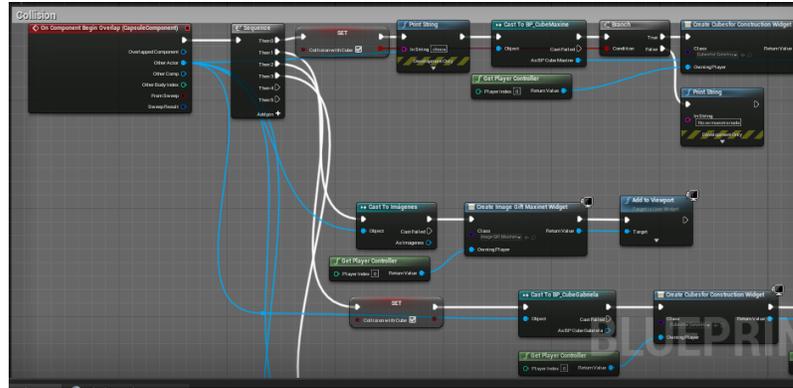


Figura 5.15: Evento colisión 1.

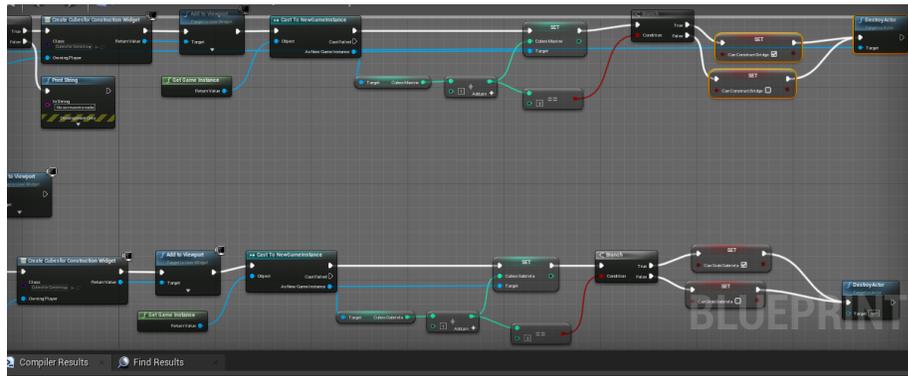


Figura 5.16: Evento colisión 2.

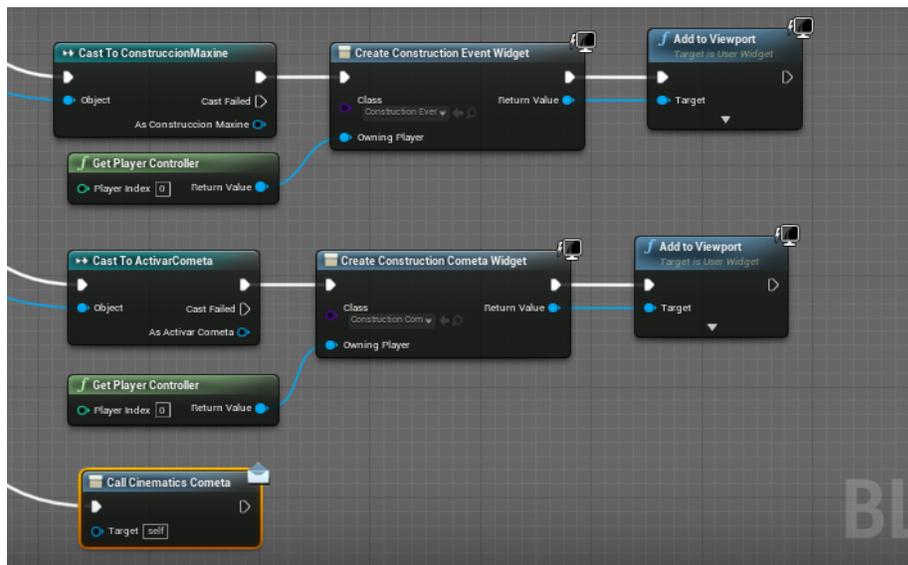


Figura 5.17: Evento colisión 3.

## 6. Testeos

---

Para poder probar el desarrollo del proyecto como tal, se tuvieron que realizar testeos con usuarios potenciales. Por la contingencia Nacional actual (crisis sanitaria, debido al COVID-19), fue muy complejo poder recurrir directamente a establecimientos, ya que estaban cerrados. Pero de todas maneras se pudo recurrir vía online con algunos padres de niños con TEA de grado 1.

A continuación se adjuntas imágenes de los niños mientras jugaban a Benji. Cabe destacar que cada una de las imágenes y videos que se mostrarán de los niños en este documento, fueron autorizados por sus padres debido a que son menores de edad.

- Primer usuario - Gaspar Romero: Menor de edad de 6 años, que vive en la ciudad de Talca en Chile. Tiene un diagnóstico de TEA de grado 1. Gaspar va a un colegio regular, sin alguna ayuda específica por parte de educadoras diferenciales o algún profesional capacitado, ya que se encuentra desde su casa estudiando (por la situación sanitaria actual) en conjunto con la ayuda de su madre.
- Segundo Usuario - Felipe Campos: Menor de edad de 7 años, quien vive en la ciudad de Concepción en Chile. Felipe fué diagnosticado con Asperger de grado 1 (según los padres, este diagnóstico no ha sido actualizado). Felipe se encuentra en segundo año de enseñanza básica y siempre ha asistido a un colegio regular, en coparación a Gaspar, Felipe si mantiene una ayuda de educadoras diferenciales dentro del colegio.

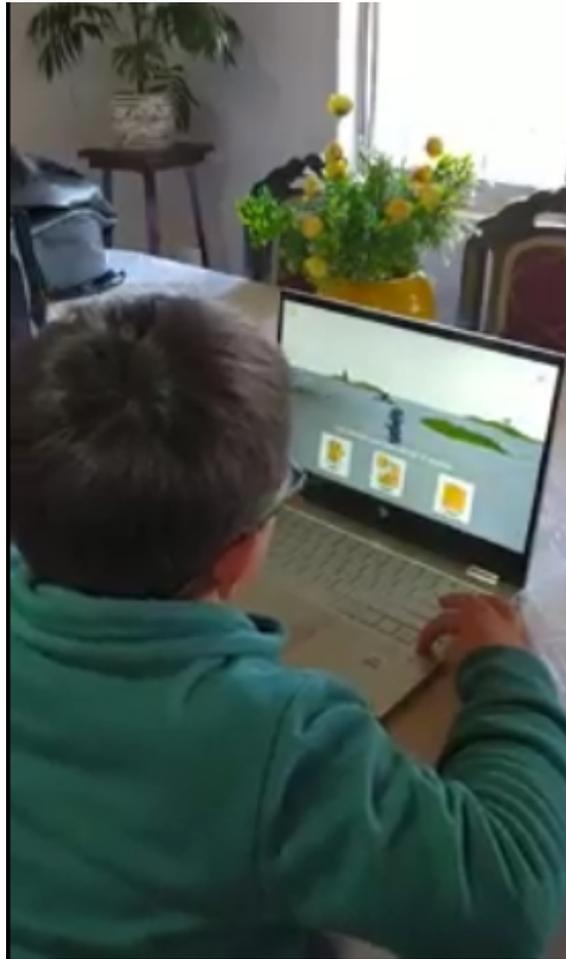


Figura 6.1: Gaspar Romero, 6 años, diagnosticado con TEA de grado 1.



Figura 6.2: Felipe Campos, 7 años, diagnosticado con Asperger de grado 1.

Cabe destacar que ambos testeos fueron enviados mediante videos por parte de los padres debido a que no se pudo realizar de forma presencial.

Se adjunta link para una mejor vista de los videos en el apéndice de éste documento.

## 7. Conclusiones

---

En esta sección se presentan dos puntos importantes, las conclusiones obtenidas en base a testeos y conclusiones generales en base a la implementación del videojuego.

### 7.1. Conclusiones en base a testeos con usuarios potenciales

Debido a la complejidad de desarrollar un software para el público objetivo definido en los capítulos anteriores, se determinaron ciertas conclusiones acerca de la forma en la que los niños interpretaron el videojuego y como los padres recibieron sus actitudes. Estas son las siguientes:

- Se obtuvieron comentarios positivos por parte de los padres, ya que se percibió el interés del niño.
- El niño para jugar una primera vez debe si o si estar en compañía de un adulto.
- Se debe ampliar más el el rango etario, ya que entre mayor edad, más es la concentración que tienen.

### 7.2. Conclusiones en base a implementación

Por otro lado, las conclusiones en base a la realización, son más orientadas al proceso interno de iteración que debe seguir el proyecto para poder obtener un mejor resultado final.

### 7.2.1. Conclusiones generales

:

- Se implementó un videojuego que facilite de forma interactiva la problemática inicial de los niños con TEA.
- Se refuerzan las habilidades sociales, pero falta desarrollarlo de forma más intuitiva para los niños.
- A los niños se les facilitó el aprendizaje debido a la ayuda de los pictogramas como un apoyo visual.

Las conclusiones mencionadas anteriormente tienen mucha relación con el trabajo a futuro que se requiere realizar. Los trabajos a futuro son:

- Se planea desarrollar más niveles para tener un desarrollo completo, cambiar assets de forma propia, para mejorar el el desarrollo realizado.
- Realización de más testeos con niños.
- El proyecto se pretende postular a fondos concursables (fondo audiovisual, capital abeja).
- Se quiere implementar a largo plazo un sistema de voz para que los niños con más dificultad para leer puedan entender bien el juego.

Cada una de las conclusiones y trabajos a futuro que se mencionaron anteriormente fueron conversados con padres, apoderados, profesores guías y expertos en el área del TEA. para poder determinarlos correctamente.

# Glosario

**TEA:** Trastorno del Espectro Autista.

**Pictogramas:** Son los signos icónicos, que representan figurativamente un objeto real, o un significado.

**HUD:** Acrónimo del término inglés Heads-Up Display. Y expresa el conjunto de íconos, números, mapas, etc. que durante el juego nos dan información relevante acerca de nuestro progreso.

**Blueprint:** Son assets dentro del editor de Unreal Engine. Estos consisten en un sistema de secuencias o conexiones que permiten agregar, quitar o unir nodos para hacer diferentes elementos.

# Bibliografía

- [1] Jeyashree Sundaram. Dsm-5-diagnostic y manual estadístico de trastornos mentales. [https://www.news-medical.net/health/DSM-5Diagnostic-and-Statistical-Manual-of-Mental-Disorders-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/DSM-5Diagnostic-and-Statistical-Manual-of-Mental-Disorders-(Spanish).aspx), 2021.
- [2] *Suplemento del Manual Diagnóstico y Estadístico de Trastornos Mentales, quinta edición*. American Psychiatric Publishing, 5 edition, 2021.
- [3] <https://faros.hsjdbcn.org/es/articulo/autismo-cuales-sintomas-segun-edad>, 2021.
- [4] Temple Grandin. *Thinking in pictures*. Vintage Books, 1995.
- [5] world health organization. Autism spectrum disorders. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>, 2020.
- [6] Karolina Dydra. *Inmadurez neuromotora de los niños con TEA*.
- [7] autism speaks. Autism statistics and facts — autism speaks. <https://www.autismspeaks.org/autism-statistics>, 2020.
- [8] José Alonso. Tea en niños y en niñas. <https://autismodiario.com/2012/04/14/tea-en-ninos-y-en-ninas/>, 2020.
- [9] Necesidades educativas especiales asociadas al autismo. <https://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/08/GuiaAutismo.pdf>, 2008.
- [10] Fundación Pictoaplicaciones. <https://www.pictoaplicaciones.com/2019/05/02/videojuegos-tea/>, 2020.

- [11] Fundación Orange. <http://www.fundacionorange.es/aplicaciones/el-viaje-de-elisa/>, 2020.
- [12] Silvia Ramis, Francisco J Perales, Marc Campins, Inma Riquelme, Facultat d’Infermeria i Fisioteràpia, and Palma de Mallorca UIB. Un videojuego serio para el estudio de expresiones faciales en personas con autismo. *Cognitive Area Networks*, 9.
- [13] Lupe Montero. Proyecto azahar, aulautista. <http://www.aulautista.com/2009/12/15/proyecto-azahar/>, 2020.
- [14] Apendices visuales. [https://aprendicesvisuales.com/p/cuentos\\_aprendicesvisuales](https://aprendicesvisuales.com/p/cuentos_aprendicesvisuales), 2020.
- [15] Patrick Lee, Roger Thomas, and Patricia Lee. Approach to autism spectrum disorder. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4430056/pdf/0610421.pdf>, 2015.
- [16] Eduardo Carrillo Zambrano and César Mauricio Pachón Meneses. Creación, diseño e implantación de plataforma e-learning utilizando mundos 3d para los niños con trastorno del espectro autista (tea). *Revista Educación y Desarrollo Social*, 5(1):70–80, 2010.
- [17] Suplemento del manual diagnóstico y estadístico de trastornos mentales, quinta edición<sub>2017</sub>. [https://dsm.psychiatryonline.org/pb-assets/dsm/update/Spanish\\_DSM5Update2016.pdf](https://dsm.psychiatryonline.org/pb-assets/dsm/update/Spanish_DSM5Update2016.pdf), 2017.
- [18] American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders<sup>7</sup> fifth edition dsm-5. <https://cdn.website-editor.net/30f11123991548a0af708722d458e476/files/uploaded/DSM%2520V.pdf>, 2013.
- [19] D. Sturm, E. Peppe, and B. Ploog. emot-ican: Design of an assessment game for emotion recognition in players with autism. In *2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, pages 1–7, Los Alamitos, CA, USA, may 2016. IEEE Computer Society.
- [20] L. Wing. *The Autistic Spectrum: A Guide for Parents and Professionals*. Education Series. Constable, 1996.

- [21] Carmen Bachiller. Jugar al minecraft como terapia contra el autismo. [https://www.eldiario.es/castilla-la-mancha/videojuego-autismo.1\\_3509355.html](https://www.eldiario.es/castilla-la-mancha/videojuego-autismo.1_3509355.html), 2020.
- [22] Daniela Zalaquett F, Marianne Schönstedt G, Milagros Angeli, Claudia Herrera C, and Andrea Moyano C. Fundamentos de la intervención temprana en niños con trastornos del espectro autista. *Revista chilena de pediatría*, 86:126 – 131, 04 2015.
- [23] Paloma Talavera Jara and Felipe Gértrudix Barrio. El uso de la musicoterapia para la mejora de la comunicación de niños con trastorno del espectro autista en aulas abiertas especializadas. *Revista Complutense de Educación*, 27(1):257–284, oct. 2015.
- [24] Josefina Lozano Martínez, F Javier Ballesta Pagán, Salvador Alcaraz García, and M<sup>a</sup> Carmen Cerezo Máiquez. Las tecnologías de la información y comunicación (tic) en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado con trastorno del espectro autista (tea). *Revista Fuentes*, (14):193–208, 2014.
- [25] Triana Sánchez del Cerro. Programa de buenas prácticas tic en personas con trastorno del espectro autista. *Revista Reflexión e Investigación Educativa*, 2(1):85–92, jul. 2019.
- [26] Josefina Lozano Martínez, Francisco-Javier Ballesta Pagán, and Salvador Alcaraz García. Software for teaching emotions to students with autism spectrum disorder. *Television and its New Expressions*, 18:139–148, jul. 2018.
- [27] José Luis González, Marcelino Cabrera, and Francisco L Gutiérrez. Diseño de videojuegos aplicados a la educación especial. *Recuperado de <http://aipo.es/articulos/1/12410.pdf>*, 2007.
- [28] Eric A. Egli and Lawrence S. Meyers. The role of video game playing in adolescent life: Is there reason to be concerned? *Bulletin of the Psychonomic Society*, 22(4):309–312, 1984.
- [29] Nergiz Ercil Cagiltay, Erol Ozcelik, and Nese Sahin Ozcelik. The effect of competition on learning in games. <http://yoksis.bilkent.edu.tr/pdf/files/12127.pdf>, 2015.
- [30] Francesc Josep Sánchez i Peris. Educación y cultura en la sociedad de la información. *Revista Electrónica Teoría de la Educación.*, 9, 2008.

- [31] Clark C Abt. *Serious games*. Abt Associates, 1970.
- [32] Universidad Politécnica Madrid. ¿qué es un motor de videojuegos? – observatorio del gabinete de tele-educación. <https://blogs.upm.es/observatoriogate/2018/07/04/Que-es-un-motor-de-videojuegos/>, 2020.
- [33] Los mejores motores gráficos de videojuegos: soluciones de código abierto. <https://www.bbvaapimarket.com/es/mundo-api/los-mejores-motores-graficos-de-videojuegos.>, 2020.
- [34] Epic Games. Unreal engine — the most powerful real-time 3d creation platform. <https://www.unrealengine.com/en-US/>, 2020.
- [35] Tics para la educación en chile. <https://www.conicyt.cl>, 2008.
- [36] Las tic's en el ámbito educativo. <https://educrea.cl/las-tics-en-el-ambito-educativo/>, 2021.
- [37] American Academy of Pediatrics. When asperger's syndrome and a nonverbal learning disability look alike. *Pediatrics*, 114(Supplement 6):1458–1463, 2004.
- [38] José Crespo Boaventura, Esteban Peña Herrera, Vicet Pascual Verdecia, and Yulia Fustiel Alvarez. Elección entre una metodología ágil y tradicional basado en técnicas de soft computing. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10:145 – 158, 00 2016.
- [39] Patricio Letelier and M<sup>a</sup> Carmen Penadés. Metodologías ágiles para el desarrollo de software: extreme programming (xp). 2006.
- [40] Marvin López Mendoza. Extreme programming: ¿qué es? y cómo aplicarlo. <https://openwebinars.net/blog/extreme-programming-que-es-y-como-aplicarlo/>, 2020.
- [41] Sara Lucía Nieto Benavides. Realización de un cuento manual e interactivo para niños con autismo de 2 a 4 años, a través de pictogramas sonorizados que faciliten su entendimiento. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8740>, 2020.
- [42] Página web arasaac. <https://arasaac.org>, 2021.

- [43] Christian Pérez. Significado de los colores: la psicología del color de evaheller. <https://viviendolasalud.com/psicologia/significado-de-los-colores-psicologia-del-color>, 2021.

# A. Primer Apéndice: Enlaces importantes

---

## A.1. Enlace de planificación del proyecto completo.

<https://drive.google.com/drive/folders/1tgFeK-VJXLZTdbsu50Ybk9gZ0Ri80Zkf?usp=sharing>

## A.2. Entrevista con Ghilian Navea, profesional en el área de niños con TEA.

<https://drive.google.com/drive/folders/1ITgUUBpywz8jzsyCyaa4AmXzQCqUbU7z?usp=sharing>

## A.3. Trailer del Videojuego y ejecutable

[https://drive.google.com/drive/folders/1xaG1oIXxor18\\_Lq0EmedbKSJYC2870kx?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1xaG1oIXxor18_Lq0EmedbKSJYC2870kx?usp=sharing)

## A.4. Testeos con usuarios potenciales.

<https://drive.google.com/drive/folders/1XxZazQ9soDam1WQCBjiTksSCRetXrtZ6?usp=sharing>