

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



Videojuego para la mejora de la prosodia en personas con discapacidad intelectual

E.T.S Ingeniería Informática.
Master en Ingeniería Informática

Alumno: Mario Corrales Astorgano

**Tutores: David Escudero Mancebo
César González Ferreras**

AGRADECIMIENTOS

Primero, agradecer a la Obra Social de La Caixa por la financiación de este proyecto.

Dar las gracias también Yurena, Lourdes, Valle, Patricia y Valentín, que ha hecho un gran esfuerzo para sacar el proyecto adelante.

Agradecer también a David Escudero y a César González por confiar en mí para el desarrollo del proyecto y por su apoyo para realizar el proyecto y esta memoria.

A todos los compañeros y compañeras del Máster de Ingeniería Informática, ha sido un placer conocerlos y espero que sigamos en contacto.

Por último, agradecer a Viki el apoyo dado, como siempre lo ha hecho.

RESUMEN

El presente trabajo describe la implementación de un videojuego que ayude a personas con Síndrome de Down a mejorar sus capacidades lingüísticas, más concretamente las relacionadas con la prosodia. Para ello se han desarrollado una serie de dinámicas que se introducirán dentro de la narrativa de un videojuego con el objetivo de que el jugador no conciba la herramienta como una mera sucesión de actividades de aprendizaje sino que aprenda y mejore mientras juega. Por ello se ha puesto especial énfasis en el diseño de la interfaz de usuario, ya que las personas con Síndrome de Down tienen una serie de dificultades a la hora de interactuar con aplicaciones informáticas que dificultan el uso de las tecnologías de la información. Para comprobar el correcto funcionamiento de la interfaz de usuario se ha realizado un test de usabilidad con usuarios reales que permita a su vez comprobar la aceptación del videojuego desarrollado, con el objetivo de que pueda ser utilizado por logopedas o profesores de educación especial en su trabajo con personas con Síndrome de Down.

ABSTRACT

This paper describes the implementation of a game that helps people with Down syndrome to improve their language skills, specifically those related to prosody. To do this a series of activities have been developed to be introduced within the narrative of a game so that the players do not conceive the tool as a mere succession of learning activities but they learn and improve while playing. Therefore it has placed special emphasis on the design of the user interface, because people with Down syndrome have some difficulties to interact with the information technologies. To check the correct working of the user interface, a usability test with real users has been performed. This allows checking the acceptance of the video game in order to be used by speech therapists and special education teachers in their work with people with Down syndrome.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo 1	Introducción	1
1.1	Introducción	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Metodología de trabajo	2
1.4	Estructura de la memoria.....	3
Capítulo 2	Marco teórico.....	5
2.1	Síndrome de Down y tecnología	5
2.1.1	Introducción	5
2.1.2	Uso de las tecnologías.....	5
2.1.2.1	Limitaciones cognitivas	6
2.1.2.2	Limitaciones físicas.....	7
2.1.2.3	Problemas en el software.....	7
2.2	Videjuegos en la educación especial.....	8
2.2.1	Juegos serios	8
2.2.2	Guías de diseño	9
2.2.2.1	Navegación.....	9
2.2.2.2	Gráficos, Imágenes y Multimedia	9
2.2.2.3	Ayuda al usuario.....	9
2.2.2.4	Motivación.....	10
2.2.3	Videjuegos existentes	10
2.2.3.1	Proyecto CITI (Proyecto CITI, 2009).....	11
2.2.3.2	Lucas y el caso del cuadro robado (Lucas y el caso del cuadro robado, 2009).....	12
2.3	Entrenamiento de la voz y prosodia.....	13
2.3.1	Dificultades en el habla en el Síndrome de Down	13
2.3.2	Aplicaciones existentes	13
Capítulo 3	Desarrollo del videjuego	15
3.1	Planificación	16
3.1.1	Recursos	16
3.1.2	Estimación temporal	16
3.1.3	Desviación	20
3.1.4	Costes del proyecto.....	21
3.1.5	Gestión de riesgos	21
3.1.6	Monitorización de riesgos.....	23

3.2	Historias de usuario.....	24
3.3	Requisitos.....	27
3.3.1	Requisitos funcionales.....	28
3.3.2	Requisitos no funcionales.....	30
3.4	Casos de uso.....	30
3.5	Modelo de dominio y diagramas de secuencia.....	36
3.6	Arquitectura del sistema.....	43
3.7	Gestión de la narrativa del juego, la clase Storyline.....	47
3.8	Características adicionales.....	57
3.8.1	Registro de eventos del jugador.....	57
3.8.2	Perfil de usuario.....	57
3.8.3	El papel del logopeda o profesor.....	58
3.8.4	Asistente.....	58
3.9	Diseño de la interfaz y dinámicas.....	59
3.9.1	Aspectos generales de la interfaz.....	59
3.9.2	Narrativa e inmersión en el juego.....	60
3.9.3	Tipos de dinámicas.....	61
3.9.3.1	Dinámicas de comprensión.....	61
3.9.3.2	Dinámicas de producción.....	65
3.9.3.3	Dinámicas de prosodia.....	69
3.9.3.4	Dinámicas visuales.....	70
3.9.4	Realimentación.....	76
3.10	Pruebas.....	78
3.10.1	Menú de depuración.....	85
Capitulo 4	Test de usabilidad.....	87
4.1	Descripción del test.....	87
4.2	Resultados.....	87
4.2.1	Datos recogidos por el juego.....	88
4.2.2	Resultados de las encuestas.....	92
4.3	Conclusiones y mejoras.....	94
Capitulo 5	Conclusiones y líneas futuras.....	97
5.1	Conclusiones.....	97
5.2	Líneas futuras.....	98
Anexo 1	Documento de diseño del videojuego.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de vida iterativo e incremental.....	3
Figura 2: Resumen de los problemas detectados en el estudio de Feng et al. (2010)	6
Figura 3: Pantallas del videojuego CITI.....	11
Figura 4: Pantalla del videojuego Lucas y el caso del cuadro robado.....	12
Figura 5: Errores comunes del lenguaje en personas con Síndrome de Down.....	13
Figura 6: Aplicación Vocaliza	14
Figura 7: Aplicación Speaking for Myself	14
Figura 8: Planificación específica de los slices (1)	19
Figura 9: Planificación específica de los slices (2)	20
Figura 10: Casos de uso del sistema.....	31
Figura 11: Modelo de dominio del videojuego	37
Figura 12: CU 1, Comenzar juego	37
Figura 13: CU 2, Continuar juego	38
Figura 14: CU 3, Configurar perfil.....	39
Figura 15: CU 4, Salir del juego.....	40
Figura 16: CU 5, Usar objetos del inventario	40
Figura 17: CU 6, Cambiar de escenario	40
Figura 18: CU 7, Interactuar con objeto del escenario	41
Figura 19: CU 8, Resolver Dinámica Comprensión	41
Figura 20: CU 9, Resolver Dinámica Producción	42
Figura 21: CU 10, Resolver Dinámica Prosodia	43
Figura 22: Capas de la aplicación	44
Figura 23: Arquitectura del videojuego.....	45
Figura 24: Flujo de acciones Escena 1 (1).....	49
Figura 25: Flujo de acciones Escena 1 (2).....	50
Figura 26: Flujo de acciones Escena 2 (1).....	51
Figura 27: Flujo de acciones Escena 2 (2).....	52
Figura 28: Flujo de acciones Escena 3 (1).....	53
Figura 29: Flujo de acciones Escena 3 (2).....	54
Figura 30: Flujo de acciones Escena 4 (1).....	55
Figura 31: Flujo de acciones Escena 4 (2).....	56
Figura 32: Pantalla de configuración del videojuego	58
Figura 33: Asistente del juego.....	59
Figura 34: Ayudas visuales sobre el escenario	60
Figura 35: Escenario del juego Tienda Material Escolar	61
Figura 36: Dinámica de comprensión en dificultad media.....	62
Figura 37: Flujo de interacción las dinámicas de comprensión	63
Figura 38: Cambios en la interfaz al reproducirse un audio en las dinámicas de comprensión .	64
Figura 39: Actividad de comprensión en un nivel de dificultad difícil	65
Figura 40: Actividad de producción en un nivel de dificultad media.....	66
Figura 41: Flujo de interacción las dinámicas de producción	67
Figura 42: Cambios en la interfaz al reproducirse un audio en las dinámicas de producción	68

Figura 43: Actividad de producción en un nivel de dificultad difícil	69
Figura 44: Actividad de prosodia con frase	70
Figura 45: Actividad de prosodia con tarareo	70
Figura 46: Dinámica Búsqueda de Piezas	71
Figura 47: Flujo de interacción de la dinámica Búsqueda de Piezas	72
Figura 48: Dinámica Puzle	73
Figura 49: Flujo de interacción de la dinámica Puzle	74
Figura 50: Dinámica Limpieza Estantería	75
Figura 51: Dinámica Búsqueda Mapa.....	75
Figura 52: Dinámica Galletas.....	76
Figura 53: Realimentación positiva	77
Figura 54: Realimentación negativa	77
Figura 55: Ciclo de desarrollo de las pruebas (Choudhury, 2012)	78
Figura 56: Menú de depuración	86
Figura 57: Escenario Casa Jugador	102
Figura 58: Escenario Casco Antiguo	103
Figura 59: Escenario Estación Buses	103
Figura 60: Escenario Bus	104
Figura 61: Escenario Entrada Biblioteca.....	104
Figura 62: Escenario Biblioteca	105
Figura 63: Escenario Estantería biblioteca	105
Figura 64: Escenario Salida biblioteca.....	106
Figura 65: Escenario Exterior con bus	106
Figura 66: Escenario Entrada tienda escolar	107
Figura 67: Escenario Tienda escolar	107
Figura 68: Escenario Salida tienda escolar	108
Figura 69: Escenario Entrada casa jugador	108
Figura 70: Escenario Exterior casa luna.....	109
Figura 71: Escenario puerta casa luna.....	109
Figura 72: Escenario Casa luna.....	110
Figura 73: Personaje Lolo	110
Figura 74: Personaje Pau.....	111
Figura 75: Personaje Juan	111
Figura 76: Personaje Sara.....	111
Figura 77: Personaje Señora Luna.....	112
Figura 78: Objeto Monedero.....	112
Figura 79: Objeto Libro.....	112
Figura 80: Objeto Lupa	113
Figura 81: Objeto Mapa	113
Figura 82: Pantalla de cinemática inicial.....	113
Figura 83: Pantalla de configuración.....	114
Figura 84: Pantalla de juego.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estimación temporal general de tareas.....	17
Tabla 2: División de la funcionalidad del sistema en slices	18
Tabla 3: Costes del proyecto	21
Tabla 4: Riesgo 01	22
Tabla 5: Riesgo 02	22
Tabla 6: Riesgo 03	23
Tabla 7: Riesgo 04	23
Tabla 8: Riesgo 05	23
Tabla 9: HU, Configurar perfil de usuario.....	24
Tabla 10: HU, Conseguir objetos.....	25
Tabla 11: HU, Usar objetos del inventario	25
Tabla 12: HU, Volver a la pantalla de configuración	25
Tabla 13: HU, Interactuar con objetos del escenario.....	25
Tabla 14: HU, Cambiar de escenario	25
Tabla 15: HU, Seleccionar frase a decir.....	26
Tabla 16: HU, Escuchar frase a seleccionar	26
Tabla 17: HU, Grabar frase.....	26
Tabla 18: HU, Escuchar frase a grabar	26
Tabla 19: HU, Mover objetos con la voz	27
Tabla 20: HU, Interactuar con las dinámicas visuales	27
Tabla 21: HU, Ver resultado de las dinámicas.....	27
Tabla 22: HU, Dificultad dinámicas	27
Tabla 23: HU, Evaluar dinámicas grabación	27
Tabla 24: CU1, Comenzar juego	31
Tabla 25: CU2, Continuar juego	32
Tabla 26: CU3, Configurar perfil.....	32
Tabla 27: CU4, Salir del juego.....	32
Tabla 28: CU5, Usar objeto del inventario	33
Tabla 29: CU6, Cambiar de escenario	33
Tabla 30: CU7, Interactuar con objeto del escenario.....	33
Tabla 31: CU8, Resolver dinámica comprensión.....	34
Tabla 32: CU9, Resolver dinámica producción.....	35
Tabla 33: CU10, Resolver dinámica prosodia	35
Tabla 34: CU11, Evaluar dinámica.....	36
Tabla 35: CU12, Resolver dinámica visual.....	36
Tabla 36: CP001.....	79
Tabla 37: CP002.....	79
Tabla 38: CP003.....	79
Tabla 39: CP004.....	79
Tabla 40: CP005.....	79
Tabla 41: CP006.....	79
Tabla 42: CP007.....	80
Tabla 43: CP008.....	80

Tabla 44: CP009.....	80
Tabla 45: CP010.....	80
Tabla 46: CP011.....	80
Tabla 47: CP012.....	80
Tabla 48: CP013.....	81
Tabla 49: CP014.....	81
Tabla 50: CP015.....	81
Tabla 51: CP016.....	81
Tabla 52: CP017.....	81
Tabla 53: CP018.....	82
Tabla 54: CP019.....	82
Tabla 55: CP020.....	82
Tabla 56: CP021.....	82
Tabla 57: CP022.....	82
Tabla 58: CP023.....	82
Tabla 59: CP024.....	83
Tabla 60: CP025.....	83
Tabla 61: CP026.....	83
Tabla 62: CP027.....	83
Tabla 63: CP028.....	83
Tabla 64: CP029.....	83
Tabla 65: CP030.....	84
Tabla 66: CP031.....	84
Tabla 67: CP032.....	84
Tabla 68: CP033.....	84
Tabla 69: CP034.....	84
Tabla 70: CP035.....	84
Tabla 71: CP036.....	85
Tabla 72: CP037.....	85
Tabla 73: CP038.....	85
Tabla 74: Tiempo medio total de juego (minutos).....	88
Tabla 75: Datos de resolución de las dinámicas de comprensión	88
Tabla 76: Datos de resolución de las dinámicas de producción	89
Tabla 77: Datos de resolución de la dinámica Búsqueda de Mapa y Limpieza.....	90
Tabla 78: Datos de resolución de la dinámica Galletas.....	90
Tabla 79: Datos de resolución de la dinámica de Búsqueda de Piezas.....	90
Tabla 80: Datos de resolución de la dinámica de prosodia.....	91
Tabla 81: Datos de resolución de la dinámica Puzle	91
Tabla 82: Resultados cuestionario preguntas Si/No	93
Tabla 83: Resultados cuestionario preguntas 13,14,15	93

Capítulo 1 Introducción

1.1 Introducción

Las personas con discapacidad intelectual presentan una serie de problemas relacionados con la utilización del lenguaje (Chapman R. , 1997). Existen herramientas con las que los logopedas y maestros en audición trabajan con dichas personas, aunque éstas se reducen a meras actividades individuales en las que se trabajan aspectos concretos del lenguaje (Proyecto comunica, 2008). Sin embargo, el uso de las TIC en este contexto está muy poco desarrollado, principalmente por las dificultades que entraña la interacción entre personas con discapacidad intelectual con sistemas informáticos. Por otro lado, en los últimos años, el uso de videojuegos orientados a la educación está sufriendo un incremento muy importante, ya que estas herramientas permiten integrar mecánicas educativas en entornos lúdicos que ayudan a que los alumnos desarrollen dichas dinámicas con una motivación mayor a la que se produce cuando se realizan en contextos estrictamente educativos (McFarlane, Sparrowhawk, & Heald, 2002). El presente trabajo propone un videojuego donde se integran estos aspectos, poniendo especial interés en los problemas que se han detectado en el uso de herramientas informáticas por parte de personas con discapacidad intelectual (González, Cabrera, & Gutiérrez, 2007) (Lanyi & Brown, 2010) desarrollando una interfaz de usuario acorde con dichas problemáticas.

Debido a que esta herramienta está enfocada principalmente al entrenamiento de aspectos lingüísticos, se hace necesaria la interacción multimodal entre el usuario y el videojuego, utilizando entradas y salidas tanto sonoras como visuales. La interacción multimodal es controvertida porque su uso resulta poco práctico en la mayoría de aplicaciones (Oviatt, 1999). Se presenta aquí un caso en el que la interacción vocal es necesaria y donde contribuye además a reforzar la eficacia de la interacción convencional.

Otro aspecto clave a tener en cuenta es el género del videojuego a utilizar. Se ha optado por las aventuras gráficas, ya que este tipo de videojuegos permiten simular un elevado número de situaciones que creen un entorno significativo idóneo para contextualizar los actos de habla o las diferentes producciones lingüísticas. Pero hay que tener en cuenta que algunas personas con discapacidad intelectual, o diversidad funcional cognitiva entre otras dificultades, presentan importantes limitaciones con sus procesos de memoria (Chapman & Hesketh, 2001), por lo que hay que evitar que el usuario tenga que recordar gran cantidad de información, algo común en este género de videojuegos. Para desarrollar este proyecto, se han empleado recursos de diseño de interfaz que vengan a suplir las limitaciones de memoria de los estudiantes.

Otro objetivo del proyecto es que la herramienta sirva de enlace entre el educador o profesional y el usuario. El educador tendrá capacidad para manejar la aplicación de forma coordinada con usuario, no sólo configurando las actividades de acuerdo al perfil

requerido, sino realizando acciones con el interfaz en paralelo al trabajo del alumno. La herramienta dejará registro de la actividad del usuario, y realizará informes que permitan al profesor conocer el aprovechamiento de su uso.

En los siguientes apartados se definirán los objetivos generales y específicos del proyecto, la metodología que se ha seguido para el desarrollo del videojuego y la estructura de la memoria.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de un videojuego que permita mejorar aspectos del lenguaje especialmente relacionados con la prosodia a personas con discapacidad intelectual, más concretamente a personas con síndrome de Down. Este objetivo general puede desgranarse en varios objetivos específicos:

- Diseñar una interfaz de usuario atractiva para los usuarios pero que a su vez sirva para facilitar el uso del videojuego por las personas con discapacidad intelectual.
- Conseguir una herramienta de utilidad para la mejora de la prosodia que pueda ser utilizada en centros de educación especial.
- Conseguir un videojuego que entretenga y motive a los jugadores.
- Extraer información sobre la interacción entre las personas con discapacidad intelectual y el videojuego.
- Extraer información los problemas del lenguaje derivados de la discapacidad intelectual.

1.3 Metodología de trabajo

A la hora de elegir una metodología de trabajo para el desarrollo del videojuego, hay que tener en cuenta ciertos aspectos del proyecto, como la estabilidad de los requisitos, los usuarios finales de producto, o el equipo de desarrollo (ExecutiveBrief, 2008). Debido a las dificultades de trabajar para usuarios con discapacidad intelectual, los requisitos de proyecto se modificarán con bastante frecuencia y es necesario contar con versiones del producto cada poco tiempo para poder analizar los resultados obtenidos. Por ello, realizando una revisión de las diferentes metodologías existentes para el desarrollo de software (DESPA, 2014), se ha decidido optar por la metodología iterativa e incremental.

Dicha metodología consiste en realizar iteraciones continuas sobre el producto software de manera que se va liberando partes del producto (prototipos) periódicamente, en cada iteración, y cada nueva versión, normalmente, aumenta la funcionalidad y mejora en calidad respecto a la anterior (Cockburn, 2008).

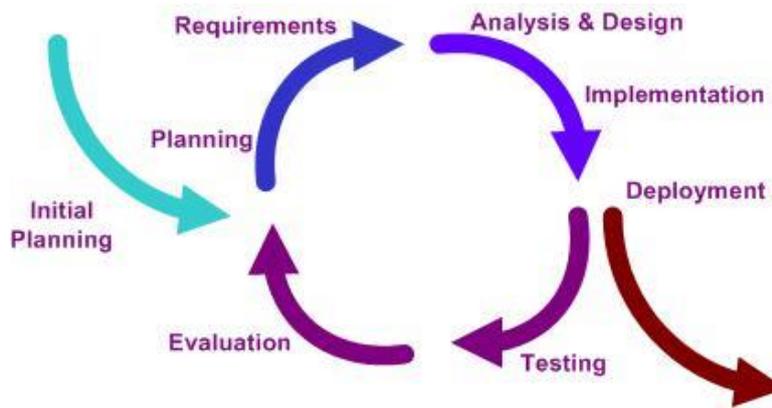


Figura 1 Ciclo de vida iterativo e incremental

Para el desarrollo del videojuego se establecieron iteraciones que se completaban con una reunión al final de la fase de Evaluación. En dichas reuniones se planificaba también la siguiente interacción. Debido a que se trata de un proyecto de investigación, las versiones generadas se evaluaban por todo el equipo de investigación.

1.4 Estructura de la memoria

La estructura de la memoria es la siguiente:

- **Capítulo 1. Introducción:** Contiene una introducción sobre el contexto y motivación del proyecto, los objetivos del mismo y la metodología de trabajo seguida para su desarrollo.
- **Capítulo 2. Marco teórico:** En este capítulo se desarrollan algunos aspectos clave de la relación entre el síndrome de Down y la tecnología, de los videojuegos orientados a la educación especial y del entrenamiento de la voz y la prosodia.
- **Capítulo 3. Diseño e implementación del videojuego:** Contiene información sobre el desarrollo técnico del proyecto, desde los requisitos iniciales al diseño de la interfaz de usuario.
- **Capítulo 4. Test de usabilidad:** Describe el test de usabilidad realizado, los resultados obtenidos de dicho test y las conclusiones extraídas post-test.
- **Capítulo 5. Conclusiones y líneas futuras:** Se describen las conclusiones extraídas tras desarrollar el videojuego y las líneas de trabajo por donde se puede continuar o ampliar el proyecto.
- **Anexo. Documento de diseño del videojuego:** Describe todo los aspectos del videojuego como la narrativa, los personajes, los escenarios, etc.

Capítulo 2 Marco teórico

2.1 Síndrome de Down y tecnología

2.1.1 Introducción

El síndrome de Down es una alteración cromosómica que se produce por la presencia de un cromosoma extra (el cromosoma es la estructura que contiene el ADN) o una parte de él. Las células del cuerpo humano tienen 46 cromosomas distribuidos en 23 pares. Uno de estos pares determina el sexo del individuo, los otros 22 se numeran del 1 al 22 en función de su tamaño decreciente. Las personas con síndrome de Down tienen tres cromosomas en el par 21 en lugar de los dos que existen habitualmente; por ello, este síndrome también se conoce como trisomía 21. Este cromosoma extra puede generarse también por translocación y mosaicismo. El síndrome de Down es la principal causa de discapacidad intelectual y la alteración de origen genético-cromosómico humana más común. Se produce de forma espontánea, sin que exista una causa aparente sobre la que se pueda actuar para impedirlo. Se produce en todas las etnias, en todos los países, con una incidencia de 10 por cada 10000 nacimientos (Weijerman & De Winter, 2010). Únicamente se ha demostrado un factor de riesgo, la edad materna (especialmente cuando la madre supera los 35 años) y, de manera muy excepcional, en un 1% de los casos, se produce por herencia de los progenitores.

En relación con las habilidades lingüísticas, las personas con síndrome de Down tienen mejores habilidades de comprensión del lenguaje que de producción o expresión lingüística. Esta población presenta una adquisición del vocabulario comúnmente utilizado relativamente adecuado pero tiene más dificultades con la gramática, con la memoria auditiva a corto plazo y con la pragmática. Además, debido a las limitaciones cognitivas y físicas, tienen reducida la inteligibilidad de su habla (Chapman & Hesketh, 2000).

2.1.2 Uso de las tecnologías

Según un estudio desarrollado por Feng et al. (2008), de los 561 niños y niñas que participaron en el estudio, el 83% empezó a usar un ordenador con seis años. La mayoría de los niños y niñas usan el ordenador para el aprendizaje (80%) y el entretenimiento (95%). Las aplicaciones más usadas incluyen el software orientado a la educación, los videojuegos y el uso de internet. El teclado (85.6%) y el ratón (93.2%) son los dispositivos más utilizados para interactuar con el ordenador. Los padres de los niños y niñas participantes en el estudio señalaron que sus hijos e hijas pasaban de media 3.5 horas a la semana utilizando el ordenador en la escuela y 4.94 horas de utilización del ordenador en sus casas. Estos datos reflejan como los niños y niñas con síndrome de Down son capaces de utilizar los ordenadores en su vida cotidiana para multitud de tareas. Sin embargo, este enfoque no logra revelar las formas y contextos en los que se está utilizando la tecnología.

Por ello, otro estudio desarrollado por Feng et al. (2010), realizó encuestas a 513 padres de niños y niñas con síndrome de Down sobre los problemas que encontraban sus hijos a la hora de utilizar un ordenador.

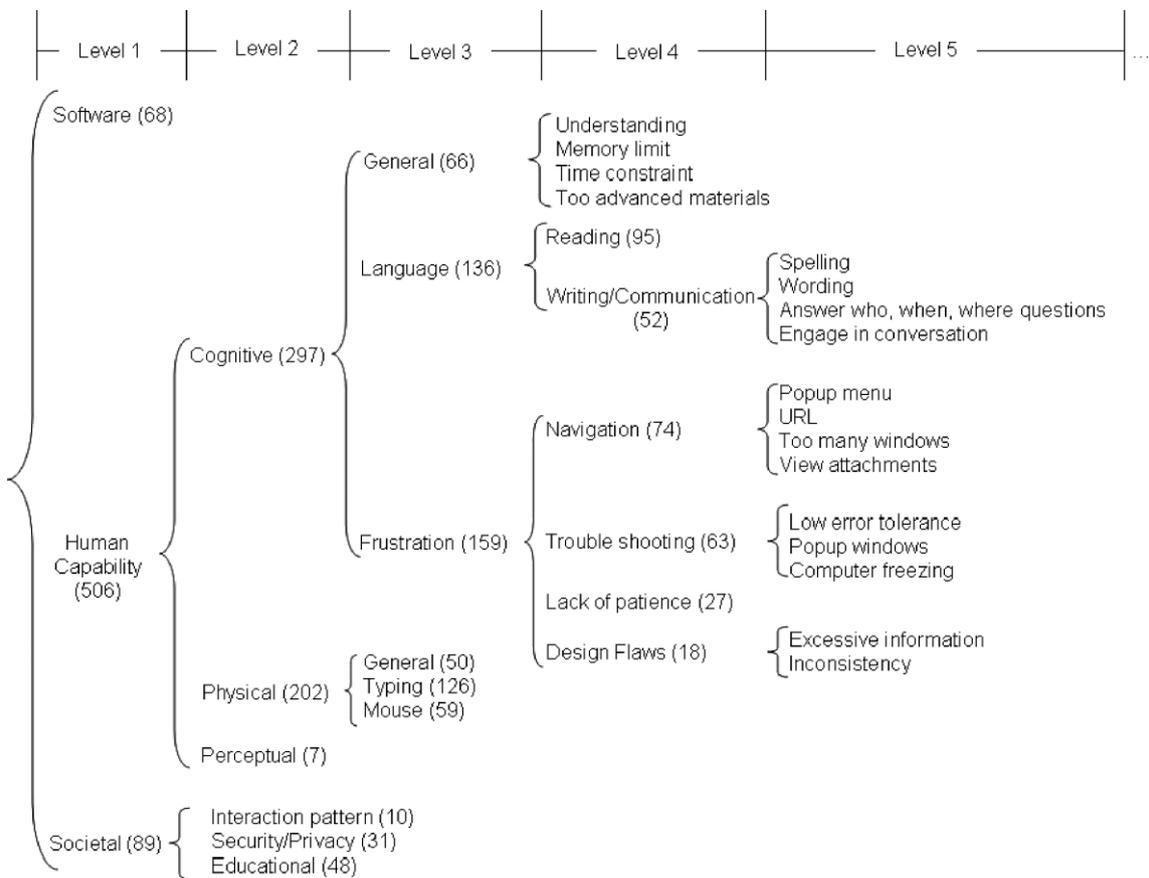


Figura 2: Resumen de los problemas detectados en el estudio de Feng et al. (2010)

Este estudio pone de manifiesto la cantidad y variabilidad de los problemas a los que se enfrentan las personas con síndrome de Down a la hora de interactuar con las aplicaciones informáticas (Figura 2). Dichas dificultades deben estar muy presentes a la hora de diseñar cualquier software dirigido a esta población. A continuación, siguiendo la clasificación definida por los autores de este estudio, se detallan con más profundidad algunos de los problemas más relevantes.

2.1.2.1 Limitaciones cognitivas

Las limitaciones en el uso del lenguaje están relacionadas con los problemas de lectura y escritura. Las limitaciones lectoras afectan al uso de las aplicaciones informáticas, ya que estas limitaciones dificultan el seguimiento de las instrucciones textuales, la navegación o el acceso a los menús. La combinación de iconos visuales y texto puede mejorar la comprensión por parte de dicha población. Con respecto a los problemas de escritura, suponen una barrera para la comunicación. Los niños y las niñas con síndrome de Down tienen dificultades para expresar las ideas que quieren transmitir, y más aún mediante medios escritos. Estas dificultades suponen un impedimento para estas personas en relación a comunicarse por medios electrónicos, como emails, redes sociales o chats. Esto puede producir problemas de integración, sobre todo en los

adolescentes, ya que actualmente la comunicación electrónica es una parte muy importante en las relaciones sociales de los adolescentes (IAB Spain, 2015).

La frustración causada por el uso de las tecnologías es un aspecto importante a tener en cuenta, ya que está íntimamente ligada a la continuidad de uso de las tecnologías (Ceaparu, Lazar, Bessiere, Robinson, & Shneiderman, 2004). Sin embargo, este problema puede tener más impacto en niños y niñas con SD, ya que pueden tener problemas para expresar o asumir dicha frustración. La navegación por múltiples menús o ventanas que se producen en muchas aplicaciones o páginas web pueden provocar que el usuario no pueda realizar correctamente la tarea que quiere completar, provocando un sentimiento de rechazo al uso de dicha tecnología.

Otro tipo de problemas asociados a limitaciones cognitivas pueden ser las dificultades de estas personas para reconocer conceptos y establecer relaciones entre el mundo virtual y el mundo real. Además, los problemas de memoria existente en estas personas implican una mayor dificultad para aprender y recordar lo aprendido, lo que dificulta el uso independiente de las tecnologías (Chapman & Hesketh, 2001) (Jarrold & Baddeley, 2001).

2.1.2.2 Limitaciones físicas

El síndrome de Down conlleva algunas características físicas que pueden provocar problemas en el uso de los dispositivos electrónicos. Por ejemplo, los niños y niñas con síndrome de Down suelen tener las manos pequeñas y los dedos finos, tono muscular bajo y las capacidades motoras limitadas. Estas características dificultan, sobre todo, el uso del teclado, ya que las características propias de esta población citadas anteriormente están directamente relacionadas con el uso de dicho dispositivo. Por lo tanto, hay que limitar su uso en la medida de lo posible a la hora de diseñar un software adaptado a esta población. El caso del ratón es diferente ya que exige menos aprendizaje y está menos vinculado a las características físicas.

Por otro lado, la interacción táctil es una alternativa a tener en cuenta a la hora de diseñar aplicaciones informáticas para personas con discapacidad intelectual (Pontual da Rocha Falcão, 2014), ya que la interacción multimodal que ofrecen estos dispositivos permite alternativas de diseño que reduzcan los problemas causados por las limitaciones físicas de las personas con síndrome de Down.

2.1.2.3 Problemas en el software

Un reto importante para el diseño de software para los niños con síndrome de Down es la discrepancia entre el ritmo de desarrollo de las capacidades cognitivas y analíticas y el ritmo de desarrollo de las preferencias y gustos. Los niños con síndrome de Down son capaces de desarrollar una personalidad compleja en cuanto a los gustos y preferencias (Buckley, Bird, & Sacks, 2002). Según van creciendo, sus preferencias y gustos se hacen más maduros, pero sus capacidades cognitivas no se desarrollan al mismo ritmo. Esto crea una paradoja: los niños con síndrome de Down normalmente superan en madurez a los programas o juegos que les enseñan las habilidades que

necesitan aprender. Esto puede provocar un sentimiento de rechazo a la utilización de determinado software.

La utilización de una realimentación adecuada también es otro punto clave. Es importante motivar a los usuarios con mensajes positivos cuando se realicen correctamente las actividades, y también mostrar otro tipo de mensaje cuando estas no sean correctas. Este último punto supone un reto en el diseño, ya que hay que equilibrar una realimentación que no desmotive pero que a su vez no anime a repetir el error (Feng, Lazar, Kumin, & Ozok, 2010).

2.2 Videojuegos en la educación especial

La utilización de aplicaciones o videojuegos orientados a la educación especial se ha incrementado en los últimos años. Algunos autores sostienen que la utilización de las tecnologías puede ayudar a las personas con síndrome de Down a aumentar su confianza y motivación en su aprendizaje (Buckley, 2000). Otros beneficios del uso de las tecnologías son el aprendizaje sin cometer errores, la realimentación inmediata al usuario, el aprendizaje adaptado al usuario y la independencia en el aprendizaje.

2.2.1 Juegos serios

No existe una única definición de juego serio, pero básicamente se trata de juegos cuyo fin principal no es el entretenimiento, sino el aprendizaje de alguna materia concreta. Este concepto de juego serio se puede ampliar a los videojuegos serios, que implican que el juego se desarrolla en algún medio tecnológico. Los videojuegos serios pueden utilizarse en ámbitos tan diversos como la educación, la salud, el entrenamiento militar o la economía (Alvarez, Rampnoux, Jessel, & Methel, 2007).

Centrándose en el aspecto educativo, existen estudios que demuestran los beneficios de la utilización de los videojuegos serios en las aulas (McFarlane, Sparrowhawk, & Heald, 2002). Los videojuegos proponen un medio donde el aprendizaje se obtiene como resultado de las tareas estimuladas por los contenidos del juego. El conocimiento se desarrolla a través del contenido del juego, y las habilidades cognitivas se desarrollan como resultado de la propia acción de jugar.

También se han observado los beneficios de los videojuegos en el tratamiento de trastornos de la percepción, pensamiento conceptual, problemas de atención, concentración y memoria en personas con daños cerebrales (Griffiths, 2004). Otros estudios demuestran la eficacia del uso de videojuegos educativos en la rehabilitación cognitiva de las personas con discapacidad intelectual, como la mejora del tiempo de reacción ante una elección (Standen, Karsandas, Anderton, Battersby, & Brown, 2009), la toma de decisiones independientes (Standen, Rees, & Brown, 2009) y el trabajo de la memoria (Brown, Ley, Evett, & Standen, 2011).

Otro aspecto importante es la capacidad de los videojuegos de representar situaciones del mundo real, por lo que pueden ser utilizados para mejorar la integración social de las

personas con síndrome de Down, enfrentándoles a retos que se encontrarán en el mundo real como son la búsqueda de trabajo o la relación con otras personas.

2.2.2 Guías de diseño

Las guías de diseño son documentos que ofrecen a los desarrolladores de aplicaciones un conjunto de recomendaciones destinadas a mejorar la experiencia para los usuarios, haciendo interfaces de uso más intuitivos y constantes. Las guías enumeran políticas específicas basadas en estudios de la Interacción Persona-ordenador (o también en estudios de usabilidad) y en convenciones arbitrarias elegidas por los desarrolladores de la plataforma.

De los estudios de usabilidad desarrollados por Idarrága et al. (2013), González et al. (2007) y el proyecto Game Accessibility (Game Accessibility) se extrae una guía de diseño específica para las personas con discapacidad intelectual en general y con Síndrome de Down en particular.

2.2.2.1 Navegación

- a) Captar la Atención: Los objetos que deben llamar la atención del usuario, tendrán que diferenciarse de los demás en cuanto a tamaño, ubicación o color.
- b) Evitar distractores: Evitar al máximo poner otros objetos que puedan llamar la atención del usuario.
- c) Ubicación de los elementos importantes: Los elementos que tienen alto grado de importancia en el sitio deben estar ubicados en la parte central e inferior de la pantalla.
- d) Tamaño fijo de la ventana: El tamaño de la ventana debe ser fijo, sin importar si se cambia de actividad o entorno de juego.
- e) Evitar establecer un tiempo límite para la culminación de tareas: Tener previsto que el tiempo de culminación de una actividad es mayor al habitual.

2.2.2.2 Gráficos, Imágenes y Multimedia

- a) Objetos de mayor tamaño: Las imágenes, texto u otros objetos que se deseen poner dentro de la aplicación deberán tener un tamaño mayor al habitual.
- b) Metáforas adecuadas: Elegir las metáforas adecuadas, que permitan de forma fácil hacer la relación entre la imagen y el contenido usando elementos que se utilizan de forma tradicional para llegar a un objetivo.

2.2.2.3 Ayuda al usuario

- a) Apoyo visual a una instrucción: Apoyar una instrucción con una imagen, si está involucra una ubicación específica.
- b) Una instrucción a la vez: si se desea dar instrucciones de cómo actuar en el sitio, debe ser sólo una a la vez.
- c) Uso de sonido para ofrecer instrucciones: Es aconsejable que las instrucciones se den de forma verbal.
- d) Usar un vocabulario sencillo: Utilizar un vocabulario sencillo al ofrecer cualquier tipo de información.

- e) Hacer énfasis en la pronunciación correcta: Hacer una adecuada vocalización de las palabras que permita comprender claramente la información que se ofrece de forma verbal.
- f) Ejecutar la totalidad de la instrucción: Al dar una instrucción se debe verificar que al usuario se le permita ejecutarla en su totalidad, es decir establecer coherencia entre la instrucción y la ejecución.
- g) Tener el control total: El usuario debe tener control sobre todas las acciones que se puedan realizar en el sitio.
- h) Es imprescindible ofrecer una realimentación por cada acción del juego.
- i) Es recomendable incluir un personaje auxiliar que haga la función de guía del juego y se comunique con el personaje.

2.2.2.4 Motivación

- a) Elegir colores adecuados: Los colores a utilizar deben ser vivos, que logren captar realmente su atención, sin olvidar que dichos colores deben tener un alto grado de contraste.
- b) Uso de palabras comunes: Se debe estimular al usuario a continuar con la actividad que está realizando por medio de frases que le ayuden a motivarlo a seguir en el sitio, además que le muestren que está haciendo las cosas de forma correcta.
- c) Omitir enmarcar un error: Si dentro del sitio el usuario realiza una acción de forma errónea nunca se debe enfatizar su error, por el contrario invitarlo a volver a intentarlo.
- d) Una buena estrategia es utilizar un protagonista o un personaje principal donde el niño pueda verse reflejado.
- e) Utilizar un diseño adaptado a la edad del jugador.

2.2.3 Videojuegos existentes

A continuación se realiza un análisis de los videojuegos existentes orientados a personas con discapacidad intelectual.

Los dos primeros videojuegos fueron desarrollados por la Fundación Orange y la Fundación síndrome de Down de Madrid.

2.2.3.1 Proyecto CITI (Proyecto CITI, 2009)



Figura 3: Pantallas del videojuego CITI

Es un juego de tipo “estrategia” en el que el jugador adopta una identidad específica y se desarrolla mediante órdenes y objetos. Consiste en una “mini ciudad” con cinco escenarios bien diferenciados y reconocibles, al tratarse de espacios que pueden encontrarse y utilizar en su vida cotidiana. En un primer momento, se diseñó y desarrolló para dispositivos móviles. Posteriormente, se presentó la versión del juego para PC.

En cada escenario existen varias zonas de acción que suponen un juego distinto que el jugador deberá completar si quiere continuar la partida y conseguir completar las distintas actividades. Las actividades son: preparar una cena mexicana, ir a patinar al parque, un día en el museo e ir al cine.

A través del juego, se pretende comprobar si las personas con discapacidad intelectual mejoran en procesos cognitivos tales como la coordinación óculo-manual, los tiempos de reacción, la orientación espacial, la atención visual, la discriminación visual, la memoria visual, la secuenciación, la comparación, la motricidad fina o el manejo fluido del teléfono móvil (navegación por el sistema o menú, manejo de las teclas, etc.)

Asimismo, otro objetivo es mejorar algunas habilidades sociales que se trabajan en CITI, como el uso de recursos comunitarios, la autonomía en el hogar, el autocuidado, la autonomía personal, el aprendizaje de los errores, el interés hacia la cultura y la autonomía en el transporte.

2.2.3.2 Lucas y el caso del cuadro robado (Lucas y el caso del cuadro robado, 2009)



Figura 4: Pantalla del videojuego Lucas y el caso del cuadro robado

Se trata de una aventura gráfica en la que hay que ir avanzando en escenarios que emulan lugares emblemáticos del planeta (París, Río de Janeiro, Nueva York) mediante la resolución de enigmas de forma lógica, interactuando con personajes y objetos hasta completar la historia. El juego se va desarrollando según el jugador interactúe con las distintas herramientas y opciones, de forma que sus decisiones marcan el camino a seguir.

El juego presenta aciertos en el diseño en cuanto a accesibilidad se refiere, uno de ellos es que no existe un tiempo límite en el que se deban resolver los desafíos, además de no poder morir o cometer errores graves que obliguen a repetir partes del juego.

Todos los textos del juego tienen su correspondencia sonora, exceptuando las frases que el jugador tiene que elegir que el personaje diga cuando está hablando con alguien.

El juego cuenta con *closed captions*, con los que se subtitulan todos los sonidos, además de las conversaciones de los personajes; haciendo el juego así accesible también para la diversidad funcional auditiva.

2.3 Entrenamiento de la voz y prosodia

2.3.1 Dificultades en el habla en el Síndrome de Down

Las personas con síndrome de Down presentan una serie de dificultades en el lenguaje, sobre todo a la hora de producirlo. Cleland et al (2010) definieron una clasificación de los errores más comunes en esta población (Figura 5).

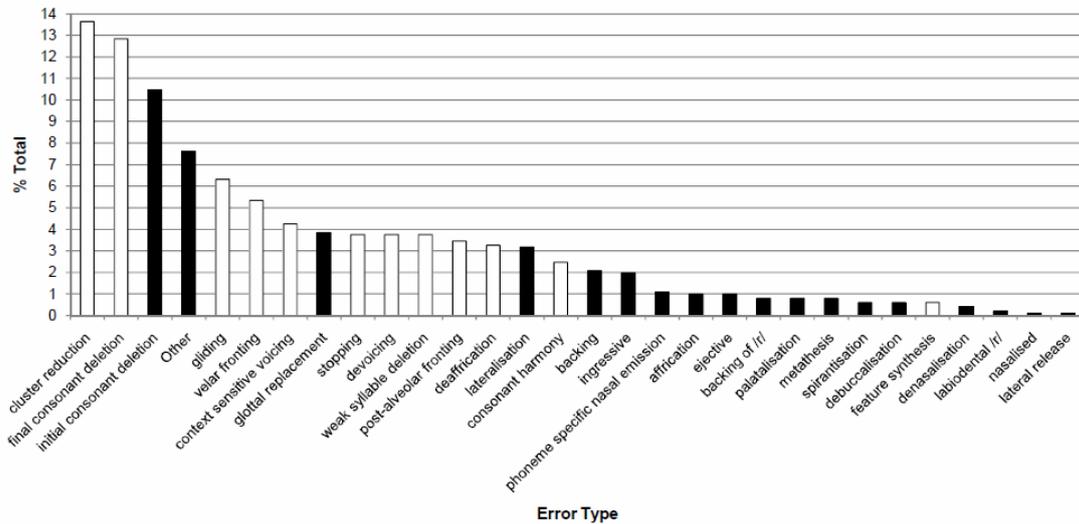


Figura 5: Errores comunes del lenguaje en personas con síndrome de Down.

Por otro lado, otros estudios han observado que existen problemas específicos en la prosodia (Stojanovik, 2011), es decir, en elementos específicos de la expresión oral, como la entonación. Ser capaz de usar correctamente la prosodia e interpretar los rasgos prosódicos del habla de otras personas es esencial para una comunicación eficaz. La prosodia se puede utilizar para expresar estados o actitudes emocionales (afecto), para destacar palabras o sílabas dentro de una frase (foco), para discriminar unidades gramaticales o para gestionar adecuadamente los ritmos de una conversación (interacción) (Stojanovik, 2011).

Todas estas dificultades pueden provocar muchos problemas de comunicación, por lo que es muy importante el trabajo con estas personas para disminuir al máximo los efectos de dichos problemas.

2.3.2 Aplicaciones existentes

El proyecto Fressa (Lagares, 2015) de Jordi Lagares contiene un conjunto de aplicaciones relacionadas con el control de la voz y el acceso al ordenador, son programas de ayuda a la comunicación para personas con discapacidad motora, visual y auditiva. Entre las aplicaciones desarrolladas en este proyecto se encuentran aplicaciones para visualizar características del habla, producción correcta de vocales o reconocimiento de fonemas. Estas aplicaciones están orientadas principalmente a su utilización por personas con discapacidad con la presencia de logopedas.

Videojuego para la mejora de la prosodia en personas con discapacidad intelectual

En relación con el lenguaje, también existen herramientas de intervención logopédica, cuyo objetivo es el diagnóstico y tratamiento de patologías de habla y lenguaje (Dueñas, Vaquero, Saz, & Lleida, 2008) (Proyecto comunica, 2008).

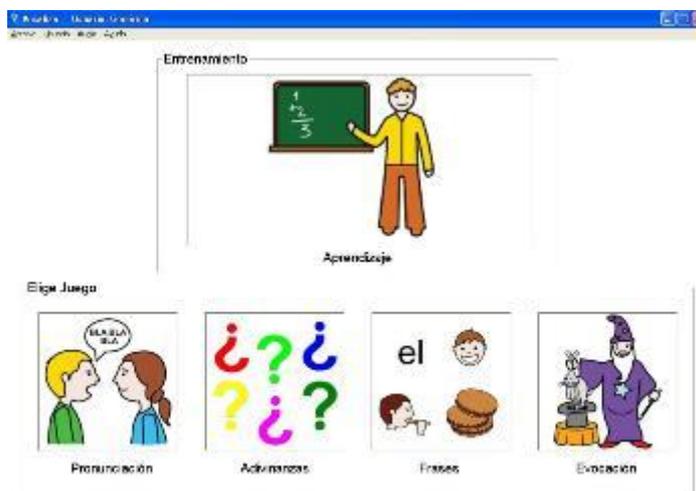


Figura 6: Aplicación Vocaliza

Por otro lado, también se han desarrollado algunas aplicaciones para la práctica y mejora del habla, aunque más orientadas a edades tempranas (International).

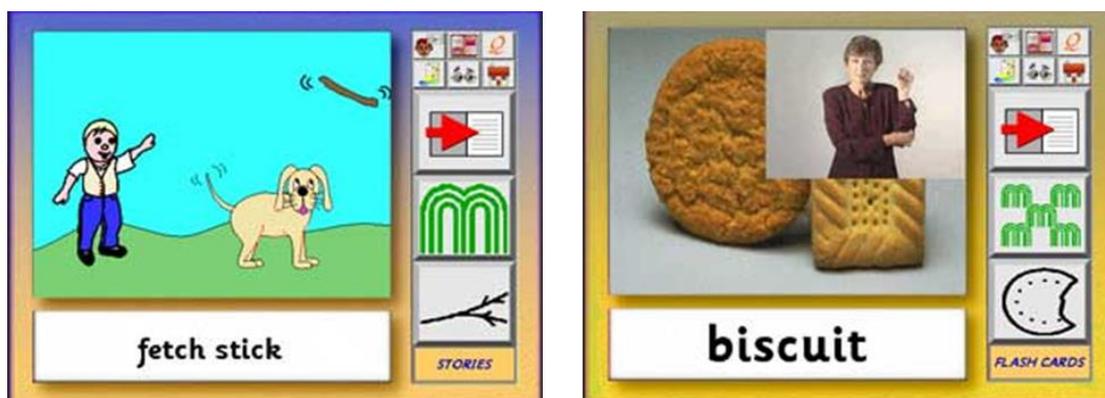


Figura 7: Aplicación Speaking for Myself

Sin embargo, en general, no existen herramientas digitales completas, aquellas que ofrecen innovación tecnológica, acompañada de una reflexión pedagógica sobre otros aspectos.

Capítulo 3 Desarrollo del videojuego

El objetivo de este proyecto es desarrollar una herramienta tecnológica que ayude a las personas con discapacidad intelectual a mejorar sus aptitudes lingüísticas, más concretamente las relacionadas con la prosodia. Para ello se han desarrollado una serie de actividades que pretenden potenciar aspectos concretos de la prosodia. Estas actividades estarán integradas en el contexto general de un videojuego y para ello se ha elegido el género de las aventuras gráficas, ya que es el más adecuado para integrar estas actividades.

Debido a que se ha seguido para el desarrollo del videojuego una metodología iterativa e incremental, los apartados siguientes han sufrido números cambios y revisiones, por lo que aquí se presenta es el estado final una vez terminado el desarrollo.

En primer lugar, se especifica la planificación del proyecto, tanto en tiempo como en recursos, así como un análisis de los posibles riesgos que puedan producir una desviación en la planificación inicial. Después se representan la especificación de requisitos de software extraídos de las reuniones mantenidas por el equipo de investigación. Debido a que se trata de un proyecto de investigación, el propio equipo es el encargado de generar dichos requisitos. Estos requisitos incluyen aspectos propios de las aventuras gráficas, control de sonido, animaciones, interacción con el usuario y aspectos específicos de las dinámicas de prosodia. Además, se detalla a continuación los casos de uso extraídos de los requisitos funcionales del sistema.

En segundo lugar, se detalla la arquitectura software generada para la aplicación. Se ha hecho especial énfasis en diseñar una arquitectura flexible que permita realizar modificaciones durante el desarrollo. Además, se han dividido las responsabilidades en diferentes módulos para permitir una futura reutilización de los componentes, para que esta arquitectura pueda ser adaptada para otros proyectos de características similares. También se realiza una descripción del mecanismo seguido para implementar la mecánica del juego.

Y en tercer lugar, se especifican algunos aspectos importantes dentro del videojuego. Se detallan en profundidad las dinámicas que componen el juego, ya que representan la parte fundamental del mismo, ya que son con las cuales el jugador practicará los diferentes aspectos pedagógicos requeridos. Por último, se especifica el diseño que de la interfaz, aspecto fundamental a la hora de desarrollar aplicaciones para personas con discapacidad intelectual.

3.1 Planificación

En este apartado se muestra la planificación y los costes para el desarrollo del videojuego. Debido a que se ha seguido una metodología iterativa e incremental para realizar el desarrollo, la planificación se divide en iteraciones donde se realizan todas las fases del desarrollo de software.

3.1.1 Recursos

Existen dos tipos de recursos a la hora de realizar el proyecto, los recursos humanos, que son el personal encargado de realizar el desarrollo, y los recursos técnicos, que consisten el material necesario para desarrollar las tareas asociadas al proyecto.

Dentro de los recursos humanos, el proyecto tiene los siguientes participantes:

- Lourdes Aguilar (UAB - Investigadora Principal)
- Ferran Adell (UAB – Narrativa y mecánicas de juego)
- Valentín Cardeñoso Payo (UVa - Investigador)
- Mario Corrales Astorgano (UVa – Desarrollador)
- David Escudero Mancebo (UVa – Investigador)
- Valle Flores Lucas (UVa- Investigadora)
- Juan María Garrido Almiñana (UPF – Investigador)
- César González Ferreras (UVa - Investigador)
- Yurena María Gutiérrez-González (UAB – Investigadora)
- Patricia Sinobas (UVa – Diseñadora gráfica)

El desarrollo técnico del videojuego ha sido desarrollado en el grupo de investigación ECA-SIMM (Entornos de Computación Avanzada y Sistemas de Interacción Multimodal) de la Universidad de Valladolid.

Los recursos técnicos utilizados son los siguientes:

- Ordenador HP Pavilion 500 PC Series
- Sistema operativo Windows 8.1 64 bits
- Adobe Flash Professional CC
- Astah Community 6.9.0
- GanttProject
- Microsoft Word 2013
- Dropbox, para la compartición de documentos e información entre el equipo de trabajo.

3.1.2 Estimación temporal

A continuación se detallan las tareas globales y su estimación temporal. Hay que destacar que no se dedican muchos recursos al análisis inicial de requisitos debido a que estos se irán refinando según avance el desarrollo, por lo que este primer análisis sólo es un análisis de muy alto nivel de las funcionalidades del sistema. Cabe señalar que esta planificación solo se refiere al desarrollo informático del videojuego, quedando

excluidas de la misma otras tareas realizadas por otros miembros del equipo, como el desarrollo de la narrativa, creación de gráficos o investigación paralela. Esta estimación inicial está representada en la Tabla 1.

Tarea	Semanas	Periodo	%
Análisis inicial de requisitos	2	1/09/2014 – 12/09/2014	0,025
Planificación	1	15/09/2014 – 19/09/2014	0,025
Estudios iniciales	2	22/09/2014 – 3/10/2014	0,05
Desarrollo	34	6/10/2014 – 26/06/2015	0,85
Tests de usabilidad	2	29/06/2015 – 10/07/2015	0,05

Tabla 1: Estimación temporal general de tareas

Los requisitos surgidos en el análisis inicial se dividieron en slices o porciones de funcionalidad que ofrecen valor por sí mismas para el jugador. En cada slice se realizará todos los procesos típicos del desarrollo de software (análisis, diseño, implementación, pruebas y documentación). Esta división es orientativa y debe ser revisada durante el desarrollo del videojuego, pero permite realizar una estimación del tiempo total de desarrollo. En la Tabla 2 se especifica la división en slices que se ha realizado y las condiciones de aceptación para finalizar el desarrollo de ese parte de funcionalidad. Esta división esta ordenada por orden de riesgo que conlleva cada funcionalidad. Las dinámicas son el núcleo del videojuego ya que concentran toda la parte pedagógica del mismo. Por lo tanto, son más difíciles de definir y más proclives a los cambios, por lo que es necesario implementarlas primero.

Slice	Criterio de aceptación
Desarrollar dinámicas comprensión	El jugador debe poder elegir entre varias frases, debe poder escuchar las frases a elegir y debe recibir una respuesta diferente si ha elegido bien o mal.
Desarrollar dinámicas producción	El jugador debe poder leer la frase a grabar, escuchar dicha frase las veces que quiera, grabar dicha frase y recibir una respuesta diferente si la grabación es correcta o incorrecta. El logopeda debe poder evaluar las frases.
Desarrollar dinámicas prosodia	El jugador debe poder visualizar la curva melódica de una frase y mover un objeto por pantalla utilizando la entonación de su voz.
Desarrollar dinámicas visuales	El jugador debe poder realizar las dinámicas visuales definidas en la narrativa del juego.
Configuración perfil de usuario	El jugador debe poder configurar su perfil de usuario con las siguientes características: nombre, avatar, dificultad y perfil lector.
Integración perfil-dinámicas	Las dinámicas deben adaptarse según el perfil que el jugador ha configurado, principalmente en dificultad y perfil lector.
Transición entre escenarios	El jugador debe poder moverse entre los escenarios del juego siguiendo unas reglas definidas para estas transiciones.
Incluir asistente del juego	El jugador debe recibir ayudas sonoras sobre el juego mediante una asistente que le acompaña.
Interactuar con objetos del escenario	El jugador debe poder interactuar con objetos concretos del escenario y que esta interacción produzca los eventos definidos en la narrativa

	del juego.
Conseguir objetos del juego	El jugador debe poder conseguir objetos en el juego que le permitan avanzar en la historia, según esté definido en la narrativa del juego.
Usar inventario	El jugador debe poder usar los objetos de su inventario y que este uso produzca los eventos definidos en la narrativa del juego.
Externalización de información a ficheros	El sistema debe acceder a la información de las dinámicas, los audios y los eventos del juego a través de ficheros externos al código de la aplicación.
Integración Stage 1	El jugador debe poder completar el Stage 1 definido en la narrativa del juego, incluyendo todos los eventos y escenarios definidos en la misma.
Integración Stage 2	El jugador debe poder completar el Stage 2 definido en la narrativa del juego, incluyendo todos los eventos y escenarios definidos en la misma.
Integración Stage 3	El jugador debe poder completar el Stage 3 definido en la narrativa del juego, incluyendo todos los eventos y escenarios definidos en la misma.
Integración Stage 4	El jugador debe poder completar el Stage 4 definido en la narrativa del juego, incluyendo todos los eventos y escenarios definidos en la misma.
Registro de eventos y grabaciones	El sistema debe almacenar el registro de eventos del juego y las grabaciones producidas durante las dinámicas de producción y de prosodia.
Salir del juego y continuar	El jugador debe poder salir del juego hacia la pantalla de configuración y retomarlo desde el mismo punto en el que salió.
Cinemáticas	El sistema debe mostrar una cinemática al principio del juego y otra al final.

Tabla 2: División de la funcionalidad del sistema en slices

La Figura 8 muestra el diagrama de Gantt de la planificación específica de cada slice. Cada slice tiene dos fases: la fase de Desarrollo, donde se realizan todas las fases del desarrollo de software para esa funcionalidad (análisis, diseño, implementación, pruebas y documentación); y la fase de Cambios, donde se aplican los cambios sobre la funcionalidad desarrollada. Cada slice tiene una duración de entre una semana y 15 días, dependiendo de la complejidad del desarrollo. Por último, se realizan durante el desarrollo 3 revisiones completas de los requisitos, de la interfaz y se realiza una refactorización del código existente.

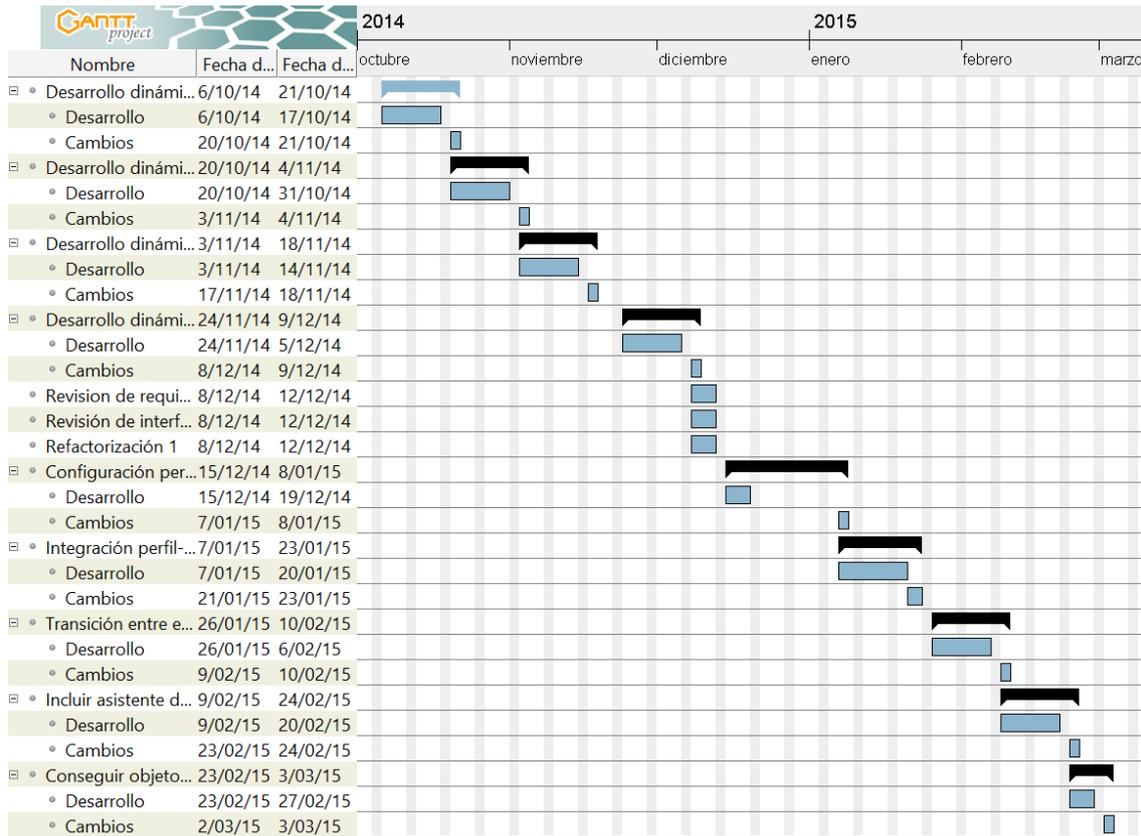


Figura 8: Planificación específica de los slices (1)

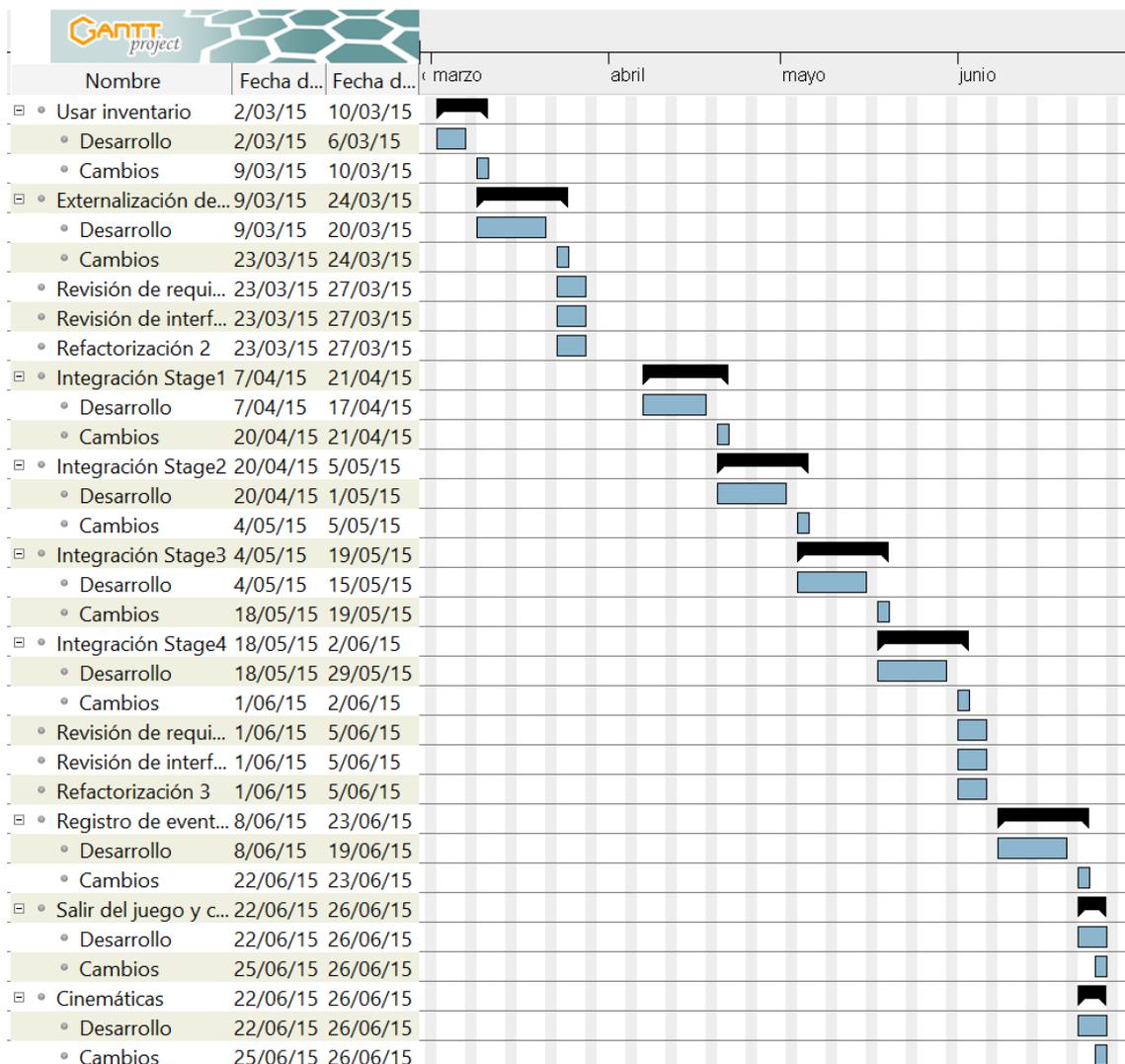


Figura 9: Planificación específica de los slices (2)

3.1.3 Desviación

No se ha producido una desviación temporal significativa. Esto es debido a que los requisitos han sido revisados en cada iteración producida por lo que en vez de alargarse los plazos del proyecto se han reducido las funcionalidades requeridas. La planificación se iba ajustando a su vez adaptándose a los nuevos requisitos que se generaban. Por lo tanto, se ha conseguido un producto terminado aunque incompleto con respecto a las pretensiones iniciales. Algunas funcionalidades eliminadas son las siguientes:

- Personalización del avatar: Originalmente se pretendía que el avatar del juego pudiera ser personalizado por el jugador pudiendo rasgos físicos concretos. Finalmente se optó por ofrecer cuatro modelos diferentes a elegir por el jugador.
- Movimiento del avatar: Se pretendía que el avatar pudiera moverse por el escenario al estilo de las aventuras gráficas tradicionales. Finalmente el avatar aparece de espaldas y solo se mueve para salir de los escenarios.

- Grabaciones profesionales: Inicialmente se planificó que los audios que se reproducen en los diálogos del juego fueran grabados por actores profesionales. Finalmente se grabaron sin contratar personal especializado.
- Valoración automática de las grabaciones en las dinámicas de producción: Se preveía realizar un análisis automático de las grabaciones realizadas durante las dinámicas de producción de manera que los jugadores pudieran jugar autónomamente. En la versión actual es necesario la intervención de una persona externa que realice dicha evaluación.
- Número de niveles: Inicialmente se plantearon 3 niveles para el videojuego, en los que se desarrolla la historia completa que se quería que el jugador superara. Sin embargo, según se avanzaba con el desarrollo se observó que era prioritario definir correctamente las funcionalidades comunes a todos los niveles y completar un nivel que pudiera ser probado al completo, por lo que se dejó a un lado temporalmente el desarrollo de los niveles 2 y 3.

3.1.4 Costes del proyecto

En este apartado se detallan los costes del proyecto directamente relacionados con el desarrollo del videojuego. Este proyecto ha sido financiado por el proyecto *Juguem a comunicar millor! La millora de la competència prosòdica com a via d'integració educativa i d'inclusió social de l'alumnat amb necessitats educatives especials derivades de la discapacitat*. PZ611683-2013ACUP00202. Financiado por ReserCaixa, Fundación la Caixa.

Concepto	Coste
ORDENADOR HP PAVILION 500	558,20 €
MONITOR BENQ GL2460HM LED 24 " HDMI, ALTAVOCES	124,77 €
LICENCIA DE ADOBE FLASH PROFESSIONAL	217,65 €
CONTRATO DESARROLLADOR VIDEOJUEGO	17191,2 €
TOTAL	18091,82 €

Tabla 3: Costes del proyecto

3.1.5 Gestión de riesgos

La gestión de riesgos es una actividad de protección dentro de la gestión de proyectos, encargada de identificar, mitigar y monitorizar los riesgos que pudieran afectar a la ejecución y viabilidad del proyecto. Un riesgo es cualquier acontecimiento futuro que pueda afectar de forma negativa a un proyecto.

La utilización de una metodología de desarrollo iterativa e incremental permite mitigar desde el inicio los riesgos del proyecto. Desde la primera iteración se tienen que gestionar los problemas que pueden aparecer en una entrega del proyecto. Al hacer patentes estos riesgos, es posible iniciar su mitigación de manera anticipada. A pesar de las ventajas de esta metodología con respecto a la gestión de riesgos, estos no

desaparecen y por lo tanto es necesario hacer una previsión de los mismos para poder gestionarlos si aparecen. La lista de riesgos se especifica a continuación:

Riesgo 01		Cambios en los requisitos	
Probabilidad		Alta, debido a las características que tienen las personas con Síndrome de Down y la escasez de software orientado a esta población.	
Impacto		Medio. Aunque los cambios en los requisitos pueden aumentar el tiempo de desarrollo, la utilización de la metodología iterativa e incremental reduce el impacto de dichos cambios.	
Reducción/Supervisión		Análisis de los requisitos al final de cada iteración así como una fase de revisión específica cada 4 iteraciones.	
Plan de contingencia		Reducción de la funcionalidad requerida para cada iteración así como en del conjunto general del videojuego.	

Tabla 4: Riesgo 01

Riesgo 02		Problemas de usabilidad entre el videojuego y los jugadores	
Probabilidad		Alta, debido a las características que tienen las personas con discapacidad intelectual y la escasez de software orientado a esta población.	
Impacto		Alto. La interacción es la clave para que el videojuego tenga éxito, ya que si es defectuosa puede provocar el abandono del juego por parte de los jugadores.	
Reducción/Supervisión		Realizar una investigación previa profunda sobre los problemas en el uso de las tecnologías de las personas con síndrome de Down. Realizar varios test de usabilidad durante el desarrollo.	
Plan de contingencia		Simplificación de la interfaz de usuario.	

Tabla 5: Riesgo 02

Riesgo 03		Retrasos en la realización de los recursos gráficos del videojuego	
Probabilidad		Media, ya que en el proyecto no se dispone de una persona a tiempo completo para realizar esta tarea.	
Impacto		Bajo. El desarrollo del videojuego puede continuar utilizando recursos gráficos provisionales.	
Reducción/Supervisión		Definir correctamente los recursos necesarios para que la persona encargada de realizarlos los realice en el tiempo que	

	disponga.
Plan de contingencia	Mayor reutilización de los gráficos ya desarrollados.

Tabla 6: Riesgo 03

Riesgo 04	No aceptación del videojuego por parte de los logopedas, profesores o padres.
Probabilidad	Alta, ya que en los centros de educación especial consultados no se utilizan herramientas parecidas.
Impacto	Alto-Catastrófico. La no aceptación por parte de las personas encargadas de supervisar la educación de las personas con discapacidad intelectual, ya sea en un centro de estudio o en casa, provocaría un fracaso de la herramienta.
Reducción/Supervisión	Tener comunicación directa y continua con el personal de centros de educación especial.
Plan de contingencia	Redefinición al completo de la herramienta.

Tabla 7: Riesgo 04

Riesgo 05	No mejora del lenguaje/prosodia
Probabilidad	Media. Los logopedas realizan ejercicios con los que las personas con discapacidad intelectual y problemas de lenguaje mejoran con el entrenamiento.
Impacto	Alto. Es uno de los objetivos principales del proyecto.
Reducción/Supervisión	Realizar pruebas con usuarios reales el máximo número de veces posible
Plan de contingencia	Redefinir las dinámicas propuestas para que nivel de mejora sea menos ambicioso.

Tabla 8: Riesgo 05

3.1.6 Monitorización de riesgos

Una vez finalizado el proyecto, se puede llevar a cabo un análisis de los riesgos expuestos inicialmente y en qué medida se han producido y que consecuencias al producido sobre la planificación y desarrollo del proyecto.

El riesgo 01 se produjo muy a menudo, debido a que según se avanzaba en el desarrollo del proyecto se iban modificando los requisitos según las observaciones que se realizaban sobre lo ya implementado. Sin embargo, debido a la utilización de la metodología iterativa e incremental, estos cambios no impidieron la conclusión del proyecto en las fechas estipuladas, sino más bien una redefinición de las funcionalidades requeridas (Ver Desviación).

El riesgo 02 sucedió pero no causó grandes problemas. La investigación previa sirvió para diseñar una interfaz bastante eficaz para la interacción con los jugadores. Sin embargo, sólo se pudo realizar un test de usabilidad al final del proyecto, por lo que los errores de diseño de la interfaz se acumularon hasta el final. Este test sirvió para extraer una serie de mejoras que no han podido ser implementadas en la versión por falta de tiempo.

El riesgo 03 no ha influido en el desarrollo del proyecto, ya que el desarrollo podía continuar utilizándose recursos provisionales en el caso de no disponer de los gráficos definitivos.

El riesgo 04 no se ha producido, por lo menos por parte de los logopedas y profesores que han podido ver el videojuego. La respuesta ha sido muy positiva y se ha encontrado disposición de seguir asesorando en el desarrollo de nuevas versiones.

Por último, no hay evidencias objetivas para concluir si el riesgo 05 ha tenido lugar, ya que aunque durante las pruebas si se observaban mejoras en la prosodia y el lenguaje cuando se realizaba una repetición de las frases, no se ha podido realizar un análisis en profundidad de dichas grabaciones que pueda evidenciar que existe una mejora.

3.2 Historias de usuario

El primer artefacto utilizado para representar dichos requisitos son las historias de usuario. Una historia de usuario es una breve descripción de una necesidad, una característica o un deseo desde el punto de vista de un rol de usuario específico del software. También contienen una explicación de su importancia, su beneficio para el usuario y sus criterios de aceptación. Están expresados en lenguaje coloquial por lo que son más fáciles de entender por parte de los clientes y desarrolladores del software y son más flexibles antes los cambios de requisitos que se vayan generando durante el desarrollo (Cohn, 2004). A continuación se detallan las historias de usuario generadas para el videojuego.

Historia de usuario	Configurar perfil de usuario
Descripción	Como jugador, quiero poder configurar mi perfil de usuario para adaptar el juego a mis necesidades.
Condiciones de aceptación	Quiero introducir un nombre de usuario. Quiero elegir un avatar entre varios disponibles. Quiero elegir si soy lector o no. Quiero elegir entre tres niveles de dificultad: fácil, medio o difícil.

Tabla 9: HU, Configurar perfil de usuario

Historia de usuario	Conseguir objetos
Descripción	Como jugador, quiero poder conseguir objetos en el juego para guardarlos en mi inventario.
Condiciones de aceptación	

Tabla 10: HU, Conseguir objetos

Historia de usuario	Usar objetos del inventario
Descripción	Como jugador, quiero poder usar los objetos de mi inventario para interactuar con el juego.
Condiciones de aceptación	Quiero poder ver resaltados los objetos que tengo que utilizar cuando los tenga que utilizar.

Tabla 11: HU, Usar objetos del inventario

Historia de usuario	Volver a la pantalla de configuración.
Descripción	Como jugador, quiero poder ir a la pantalla de configuración de avatar para cambiar algunas opciones de configuración.
Condiciones de aceptación	Quiero poder continuar el juego en el punto donde salí. No debo poder salir si el juego se encuentra en medio de una animación, audio o dinámica.

Tabla 12: HU, Volver a la pantalla de configuración

Historia de usuario	Interactuar con objetos del escenario.
Descripción	Como jugador, quiero interactuar con los objetos del escenario para producir resultados en el juego.
Condiciones de aceptación	Quiero que se resalten los objetos cuando pueda interactuar con ellos. No debo poder interactuar con un objeto si el juego se encuentra en medio de una animación, audio o dinámica.

Tabla 13: HU, Interactuar con objetos del escenario

Historia de usuario	Cambiar de escenario.
Descripción	Como jugador, quiero salir de un escenario para ir a otro para avanzar en la historia del juego.
Condiciones de aceptación	Quiero que se resalten las salidas de un escenario cuando pueda salir de él. No debo poder salir de un escenario si el juego se encuentra en medio de una animación, audio o dinámica.

Tabla 14: HU, Cambiar de escenario

Historia de usuario	Seleccionar frase a decir
Descripción	Como jugador, quiero poder seleccionar una frase entre varias disponibles para contestar a un personaje del juego.
Condiciones de aceptación	<p>Quiero que solo una de las frases disponibles sea la correcta.</p> <p>Quiero poder saber cuándo puedo o no puedo seleccionar una frase.</p> <p>Quiero que las frases disponibles varíen en función de la dificultad del juego.</p> <p>Quiero poder equivocarme de frase como máximo 3 veces.</p> <p>No debo poder elegir una frase si se está reproduciendo un audio.</p>

Tabla 15: HU, Seleccionar frase a decir

Historia de usuario	Escuchar frase a seleccionar
Descripción	Como jugador, quiero escuchar las frases que puedo seleccionar para complementar la información escrita.
Condiciones de aceptación	<p>Quiero poder ver visualmente cuando puedo escuchar una frase.</p> <p>No debo poder escuchar una frase si se está reproduciendo un audio.</p>

Tabla 16: HU, Escuchar frase a seleccionar

Historia de usuario	Grabar frase
Descripción	Como jugador, quiero poder grabar mi voz para contestar a un personaje del juego.
Condiciones de aceptación	<p>Quiero poder iniciar la grabación cuando esté preparado para hablar.</p> <p>Quiero que la frase a grabar varíe en función del nivel de dificultad del juego.</p> <p>No debo poder iniciar la grabación si se está reproduciendo un audio.</p>

Tabla 17: HU, Grabar frase

Historia de usuario	Escuchar frase a grabar.
Descripción	Como jugador, quiero poder escuchar la frase para saber que tengo que grabar.
Condiciones de aceptación	<p>Quiero poder escuchar la frase si soy de perfil no lector.</p> <p>No debo poder escuchar la frase si se está reproduciendo un audio.</p>

Tabla 18: HU, Escuchar frase a grabar

Historia de usuario	Mover objeto con la voz.
Descripción	Como jugador, quiero poder mover un objeto en la pantalla utilizando mi voz para seguir la curva prosódica de una frase.
Condiciones de aceptación	

Tabla 19: HU, Mover objetos con la voz

Historia de usuario	Interactuar con las dinámicas visuales
Descripción	Como jugador, quiero poder interactuar con las dinámicas para resolverlas.
Condiciones de aceptación	No debo poder interactuar con una dinámica si el juego se encuentra en medio de una animación o audio.

Tabla 20: HU, Interactuar con las dinámicas visuales

Historia de usuario	Ver resultado de las dinámicas
Descripción	Como jugador, quiero poder ver el resultado de la ejecución de una dinámica para conocer si la he realizado o no correctamente.
Condiciones de aceptación	Quiero ver un resultado diferente para la correcta e incorrecta realización de una dinámica.

Tabla 21: HU, Ver resultado de las dinámicas

Historia de usuario	Dificultad dinámicas
Descripción	Como jugador, quiero poder realizar las dinámicas ajustadas al nivel de dificultad que haya elegido para resolverlas adecuadamente.
Condiciones de aceptación	Las dinámicas deben mostrar diferencias para los diferentes niveles de dificultad.

Tabla 22: HU, Dificultad dinámicas

Historia de usuario	Evaluar dinámicas grabación
Descripción	Como logopeda, quiero poder evaluar los resultados de la ejecución de una dinámica de grabación para indicar al jugador el resultado de su realización.
Condiciones de aceptación	No debo poder evaluar una dinámica de grabación si el usuario no está grabando su voz en ese momento.

Tabla 23: HU, Evaluar dinámicas grabación

3.3 Requisitos

A continuación se detallan los requisitos funcionales y no funcionales del videojuego. Estos requisitos sirven como apoyo en el desarrollo, ya que especifican las

funcionalidades más técnicamente y de manera más concreta que las historias de usuario.

3.3.1 Requisitos funcionales

<Req_1>

El sistema deberá permitir al jugador configurar un perfil de usuario con los siguientes parámetros: nombre de usuario, avatar, dificultad y perfil lector.

<Req_2>

El sistema deberá permitir al jugador comenzar una nueva partida.

<Req_3>

El sistema deberá permitir al jugador continuar la partida desde el punto desde donde se salió del juego

<Req_4>

El sistema deberá permitir al jugador conseguir objetos en el juego para guardarlos en el inventario del jugador.

<Req_5>

El sistema deberá permitir usar los objetos del inventario del jugador haciendo click sobre ellos con el ratón.

<Req_6>

El sistema deberá permitir al jugador interactuar con los objetos del escenario haciendo click sobre ellos con el ratón.

<Req_7>

El sistema deberá permitir al jugador salir del juego y volver a la pantalla de configuración.

<Req_8>

El sistema deberá permitir al jugador salir de un escenario para entrar en otro.

<Req_9>

El sistema deberá contener dinámicas de comprensión lingüística.

<Req_10>

El sistema deberá contener dinámicas de producción lingüística.

<Req_11>

El sistema deberá contener dinámicas relacionadas con la prosodia.

<Req_12>

El sistema deberá contener dinámicas visuales no relacionadas estrictamente con el lenguaje.

<Req_13>

El sistema deberá contar con un asistente que guíe al jugador durante el juego.

<Req_14>

El sistema deberá ajustar las dinámicas al nivel de dificultad seleccionado por el jugador.

<Req_15>

El sistema deberá mostrar el resultado de la resolución de las dinámicas, con una visualización diferente para la resolución correcta e incorrecta.

<Req_16>

El sistema deberá permitir usar el ratón del ordenador para interactuar con el juego.

<Req_17>

El sistema deberá usar para la reproducción de los diálogos y sonidos archivos MP3 o WAV previamente grabados.

<Req_18>

El sistema deberá reproducir un sonido de fondo previamente grabado para cada escenario del juego.

<Req_19>

El sistema deberá contener gráficos y animaciones para ilustrar el juego.

<Req_20>

El sistema deberá contener elementos gráficos como botones, campos de texto, textos o paneles.

<Req_21>

El sistema deberá permitir al logopeda evaluar mediante el teclado el resultado de las dinámicas de grabación realizadas por el usuario.

<Req_22>

El sistema deberá permitir al jugador realizar dinámicas relacionadas con el uso de la voz para mover objetos en el escenario, utilizando para ello un micrófono.

<Req_23>

El sistema deberá contar con un mecanismo de log para registrar los eventos del usuario, incluyendo los ficheros de audio grabados. El registro de eventos debe estar almacenado en ficheros JSON y los audios en formato .WAV

<Req_24>

El sistema deberá utilizar un lenguaje simplificado, tanto para los audios como para los textos, para facilitar su comprensión por parte de los jugadores con discapacidad intelectual.

<Req_25>

El sistema deberá poder acceder a la información externa necesaria para el correcto funcionamiento del juego utilizando ficheros JSON externos.

<Req_26>

El sistema deberá mostrar una cinemática al comienzo y al final del juego.

3.3.2 Requisitos no funcionales

<Req_27>

El sistema deberá funcionar bajo Adobe AIR 13.

<Req_28>

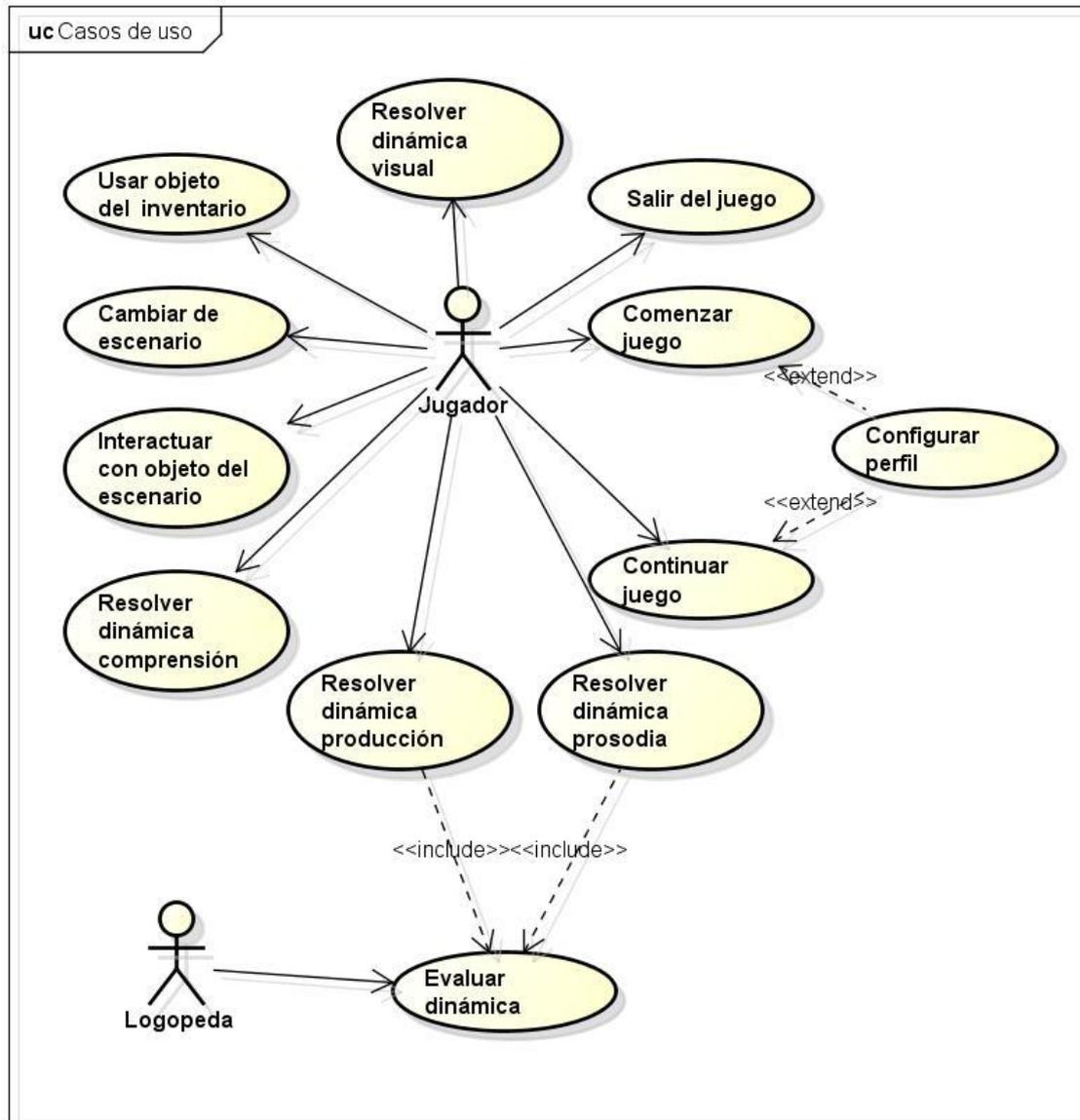
El sistema deberá ser desarrollado utilizando Adobe Flash y ActionScript 3.

<Req_29>

El sistema deberá funcionar a 24 fps.

3.4 Casos de uso

Los casos de usos especifican la comunicación del actor con el sistema y complementan la funcionalidad de la aplicación expresada en los requisitos funcionales anteriores. Los casos de uso capturan requisitos funcionales. Debido a que la población objetivo del videojuego tiene unas dificultades especiales a la hora de jugar a videojuegos, se ha restringido la interacción para evitar en lo posible la ocurrencia de errores. Por lo tanto, la mayoría de casos de uso no contiene un flujo alternativo.



powered by Astah

Figura 10: Casos de uso del sistema

Caso de uso	CU 1: Comenzar juego	
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador quiera comenzar el juego.	
Precondición	El juego se está ejecutando	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	Si el jugador quiere cambiar algo de la configuración por defecto de su perfil,
	1.1	Se realiza el caso de uso <i>Configurar perfil</i> .
	2	El jugador solicita al sistema comenzar el juego.
3	El sistema comienza el juego.	

Tabla 24: CU1, Comenzar juego

Caso de uso CU 2: Continuar juego		
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador quiera continuar el juego en el mismo punto donde lo abandonó.	
Precondición	CU 4	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	Si el jugador quiere cambiar algo de la configuración por defecto de su perfil,
	1.1	Se realiza el caso de uso <i>Configurar perfil</i> .
	2	El jugador solicita al sistema continuar con el juego.
3	El sistema comienza el juego.	

Tabla 25: CU2, Continuar juego

Caso de uso CU 3: Configurar perfil		
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador quiera cambiar algún aspecto de la configuración del perfil por defecto.	
Precondición	El juego se está ejecutando	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El jugador introduce un nombre de usuario
	2	El jugador selecciona un avatar
	3	El jugador selecciona si es lector/no lector
	4	El jugador selecciona el nivel de dificultad entre los tres niveles disponibles

Tabla 26: CU3, Configurar perfil

Caso de uso CU 4: Salir del juego		
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador quiera salir del juego.	
Precondición	CU1 o CU2. El sistema no debe estar en mitad de una dinámica ni en mitad de una reproducción de un audio.	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El jugador solicita al sistema salir del juego
	2	El sistema sale del juego y vuelve a la pantalla de configuración
Flujo alternativo	Paso	Acción
	2.1	Si el sistema no puede salir del juego en ese momento el caso de uso queda sin efecto

Tabla 27: CU4, Salir del juego

Caso de uso CU 5: Usar objeto del inventario		
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador quiera usar un objeto del inventario.	
Precondición	CU 1 o CU2. El sistema no debe estar en mitad de una dinámica ni en	

mitad de una reproducción de un audio.		
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El jugador solicita al sistema usar un objeto del inventario
	2	El sistema ejecuta la acción relacionada con el uso de ese objeto
Flujo alternativo	Paso	Acción
	2.1	Si el objeto no tiene ninguna acción asociada el caso de uso queda sin efecto

Tabla 28: CU5, Usar objeto del inventario

Caso de uso	CU 6: Cambiar de escenario	
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador quiera cambiar de escenario en el juego.	
Precondición	CU 1 o CU2. El sistema deberá encontrarse en un escenario que permita el cambio de escenario. El sistema no debe estar en mitad de una dinámica ni en mitad de una reproducción de un audio.	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El jugador solicita al sistema salir del escenario actual.
	2	El sistema muestra al jugador el nuevo escenario.
	3	El sistema ejecuta las acciones asociadas a ese nuevo escenario.
Flujo alternativo	Paso	Acción
	2.1	Si el sistema no puede cambiar de escenario el caso de uso queda sin efecto

Tabla 29: CU6, Cambiar de escenario

Caso de uso	CU 7: Interactuar con objeto del escenario	
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador quiera interactuar con un objeto del escenario actual.	
Precondición	CU 1 o CU2. El sistema deberá encontrarse en un escenario que contenga objetos para interactuar. El sistema no debe estar en mitad de una dinámica ni en mitad de una reproducción de un audio.	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El jugador solicita al sistema interactuar con un objeto del escenario.
	2	El sistema ejecuta la acción asociada a ese objeto del escenario.
Flujo alternativo	Paso	Acción
	2.1	Si el objeto no tiene ninguna acción asociada el caso de uso queda sin efecto

Tabla 30: CU7, Interactuar con objeto del escenario

Caso de uso CU 8: Resolver dinámica comprensión		
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador tenga que resolver una dinámica de comprensión.	
Precondición	CU 1 o CU2.	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El sistema muestra al jugador las frases disponibles para continuar la conversación
	2	El sistema reproduce sonoramente las frases disponibles.
	3	El sistema reproduce sonoramente las ayudas para completar la dinámica.
	4	El jugador selecciona una de las opciones.
	5	El sistema muestra un mensaje de dinámica superada
Flujo alternativo	Paso	Acción
	4.1	Si el jugador solicita escuchar de nuevo una de las frases, el sistema reproduce sonoramente esa frase y el caso de uso vuelve al paso 4
	4.2	Si el jugador selecciona una frase incorrecta, el sistema reproduce sonoramente un mensaje de error y el caso de uso vuelve al paso 4
	4.3	Si el jugador ha superado el número de errores permitidos, el sistema muestra un mensaje de dinámica no superada y el caso de uso queda sin efecto.

Tabla 31: CU8, Resolver dinámica comprensión

Caso de uso CU 9: Resolver dinámica producción		
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador tenga que resolver una dinámica de producción.	
Precondición	CU 1 o CU2.	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El sistema muestra al jugador la frase que tiene que grabar.
	2	El sistema reproduce sonoramente la frase disponible.
	3	El sistema reproduce sonoramente las ayudas para completar la dinámica.
	4	El jugador solicita al sistema grabar la frase solicitada.
	5	Se realiza el caso de uso <i>Evaluar dinámica</i> .
	6	El sistema muestra un mensaje de dinámica superada.
Flujo alternativo	Paso	Acción
	2.1	Si el jugador tiene perfil lector, el caso de uso va al paso 3.
	4.1	Si el jugador solicita escuchar de nuevo la frase,

	el sistema la reproduce sonoramente y el caso de uso vuelve al paso 4
5.1	Si el jugador ha superado el número de errores permitidos, el sistema muestra un mensaje de dinámica no superada y el caso de uso finaliza.

Tabla 32: CU9, Resolver dinámica producción

Caso de uso CU 10: Resolver dinámica prosodia		
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador tenga que resolver una dinámica de prosodia.	
Precondición	CU 1 o CU2.	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El sistema muestra al jugador la frase que tiene que grabar.
	2	El sistema reproduce sonoramente la frase disponible.
	3	El sistema reproduce sonoramente las ayudas para completar la dinámica.
	4	El jugador graba la frase solicitada.
	5	Se realiza el caso de uso <i>Evaluar dinámica</i> .
	6	El sistema muestra al jugador el tarareo que tiene que grabar.
	7	El sistema reproduce sonoramente el tarareo disponible.
	8	El sistema reproduce sonoramente las ayudas para completar la dinámica.
	9	El jugador graba el tarareo solicitado.
	10	Se realiza el caso de uso <i>Evaluar dinámica</i> .
	11	El sistema muestra un mensaje de dinámica superada.
Flujo alternativo	Paso	Acción
	5.1	Si el jugador ha superado el número de errores permitidos, el sistema reproduce un mensaje de error y el caso de uso continua.
	10.1	Si el jugador ha superado el número de errores permitidos, el sistema reproduce un mensaje de error y el caso de uso continua.

Tabla 33: CU10, Resolver dinámica prosodia

Caso de uso CU 11: Evaluar dinámica		
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el logopeda quiera evaluar una dinámica de grabación.	
Precondición	CU 1 o CU2.	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El logopeda solicita al sistema evaluar correctamente la grabación.
Flujo alternativo	Paso	Acción
	1.1	Si el logopeda evalúa la grabación como incorrecta, el sistema reproduce sonoramente un mensaje de error y caso de uso finaliza.

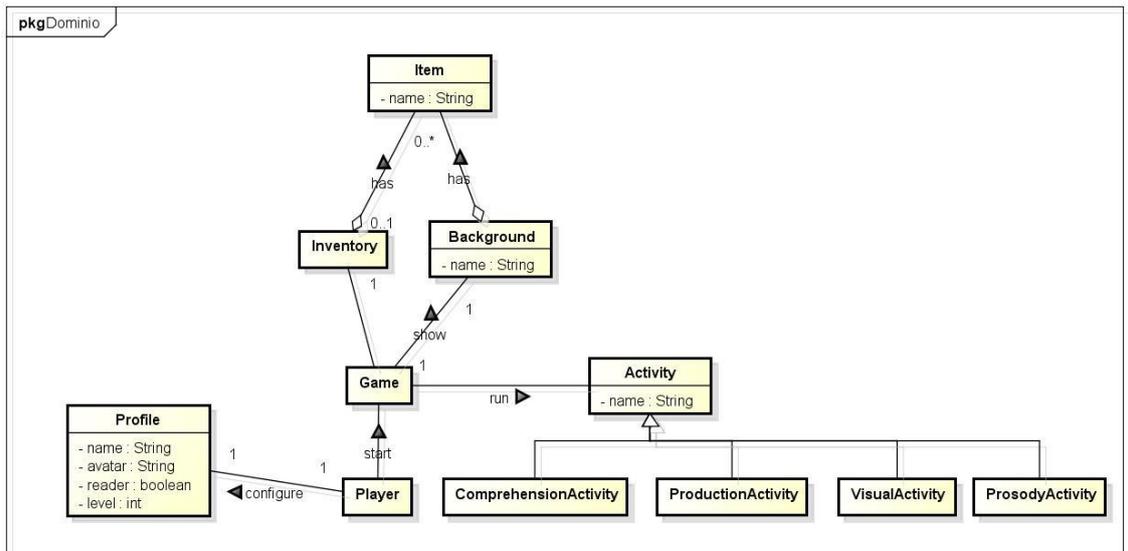
Tabla 34: CU11, Evaluar dinámica

Caso de uso CU 12: Resolver dinámica visual		
Actor	Jugador	
Descripción	El sistema deberá comportarse como se describe en el siguiente caso de uso cuando el jugador tenga que resolver una dinámica visual.	
Precondición	CU 1 o CU2.	
Flujo básico	Paso	Acción
	1	El jugador interactúa con la dinámica para resolverla.
	2	El sistema muestra un mensaje de dinámica superada.

Tabla 35: CU12, Resolver dinámica visual

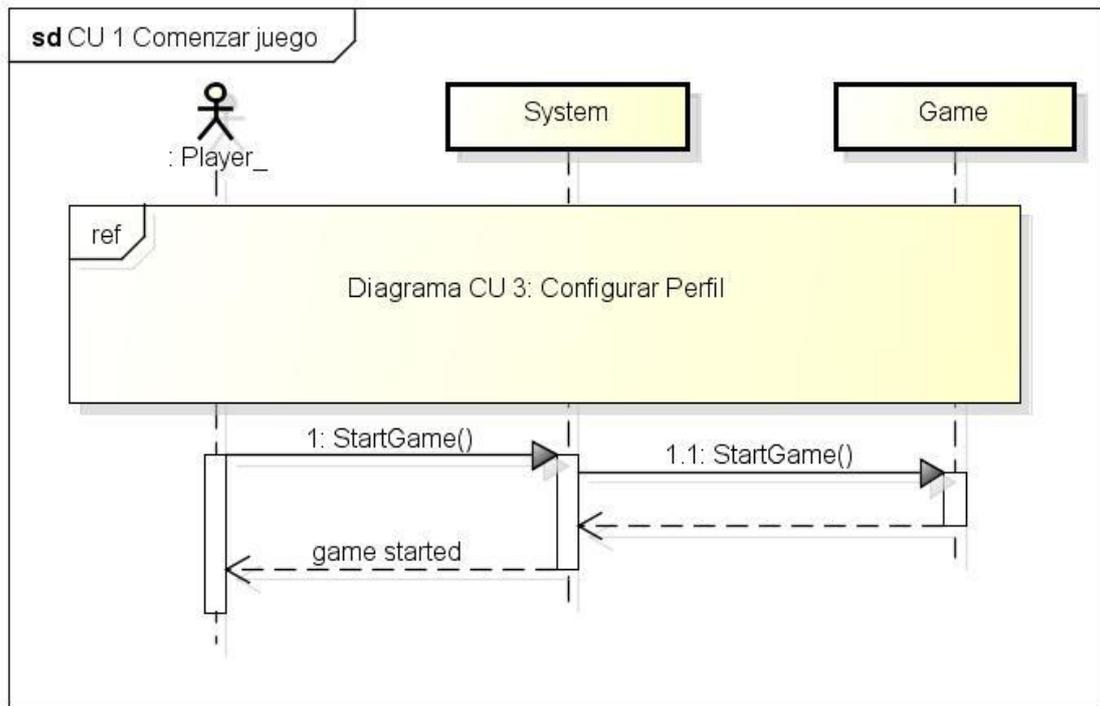
3.5 Modelo de dominio y diagramas de secuencia

A continuación se muestra el modelo de dominio del sistema, donde se reflejan las clases conceptuales significativas extraídas de los requisitos y casos de uso. También se representa el flujo de eventos entre las entidades del dominio reflejado en los casos de uso utilizando para ello diagramas de secuencia. Debido a las dinámicas visuales son cada una diferente en su ejecución no se reflejan en este apartado, si no posteriormente en el apartado Dinámicas visuales.



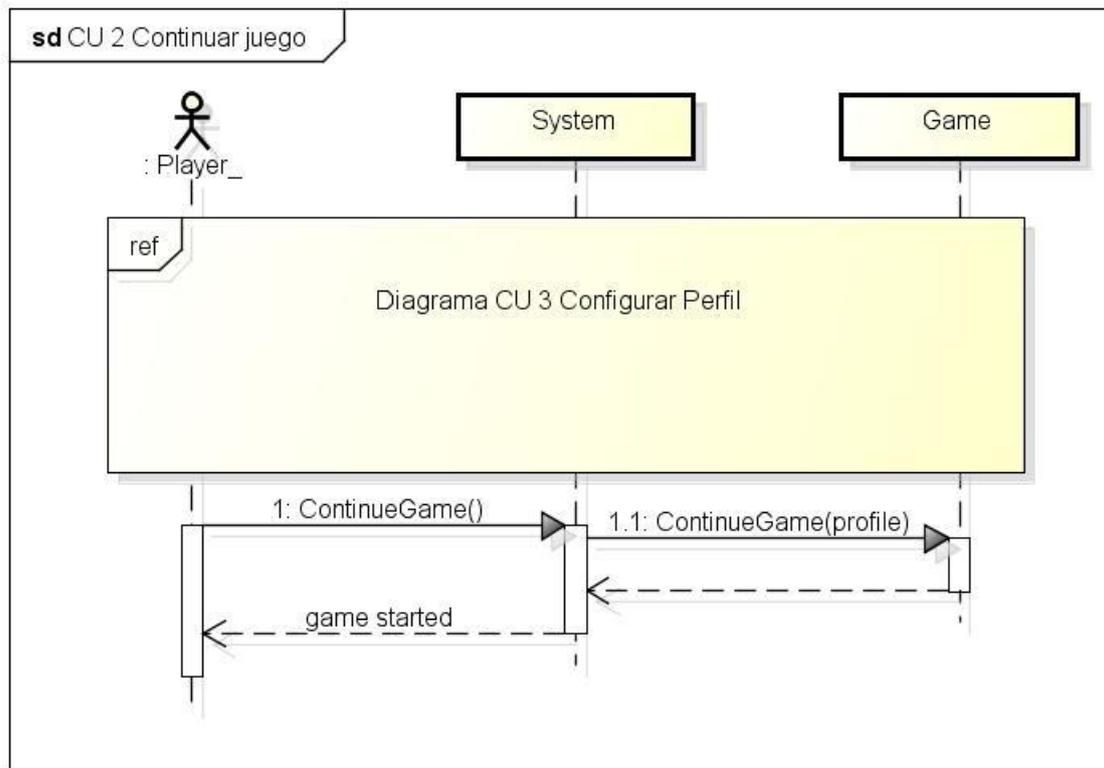
powered by Astah

Figura 11: Modelo de dominio del videojuego



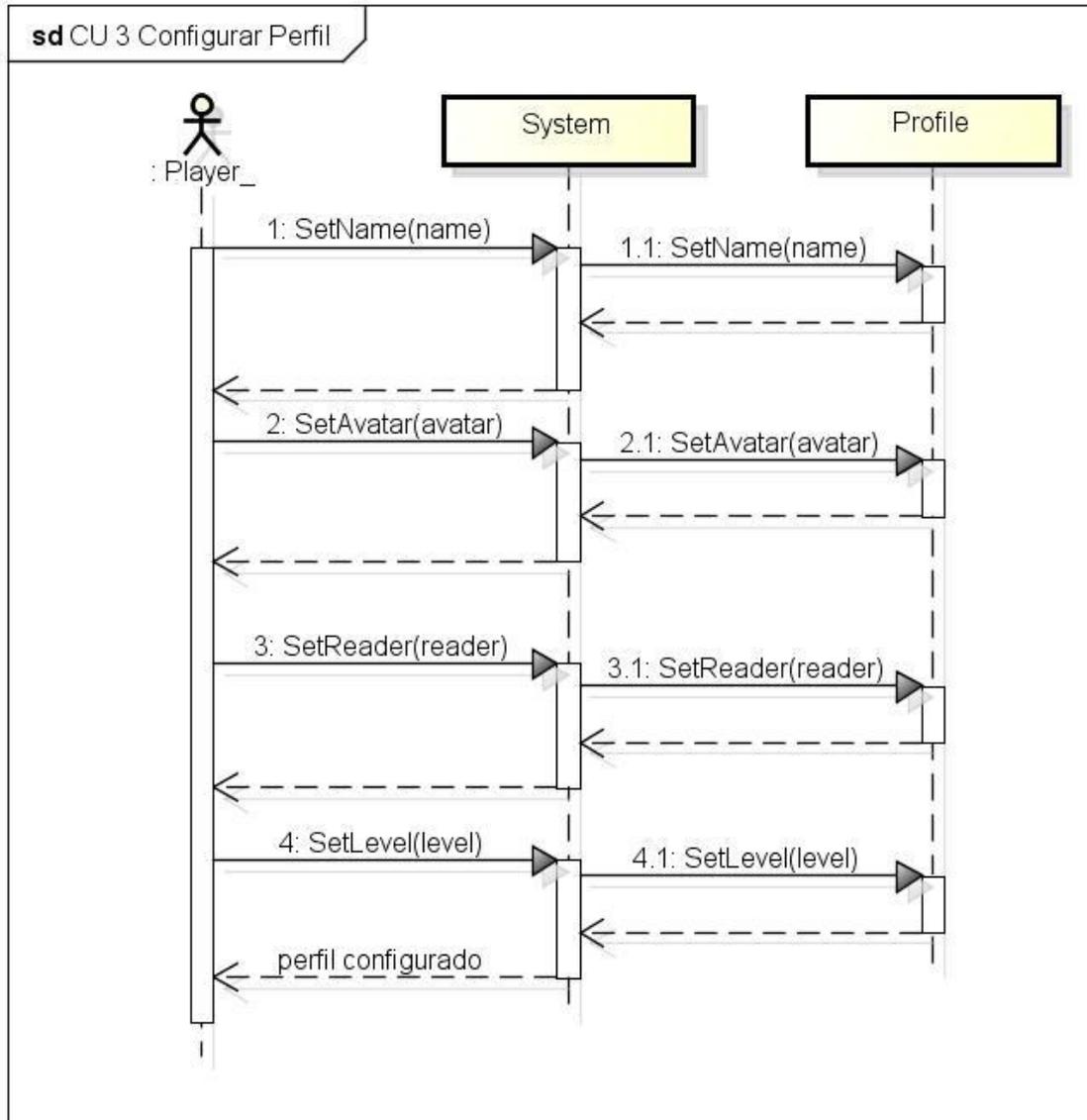
powered by Astah

Figura 12: CU 1, Comenzar juego



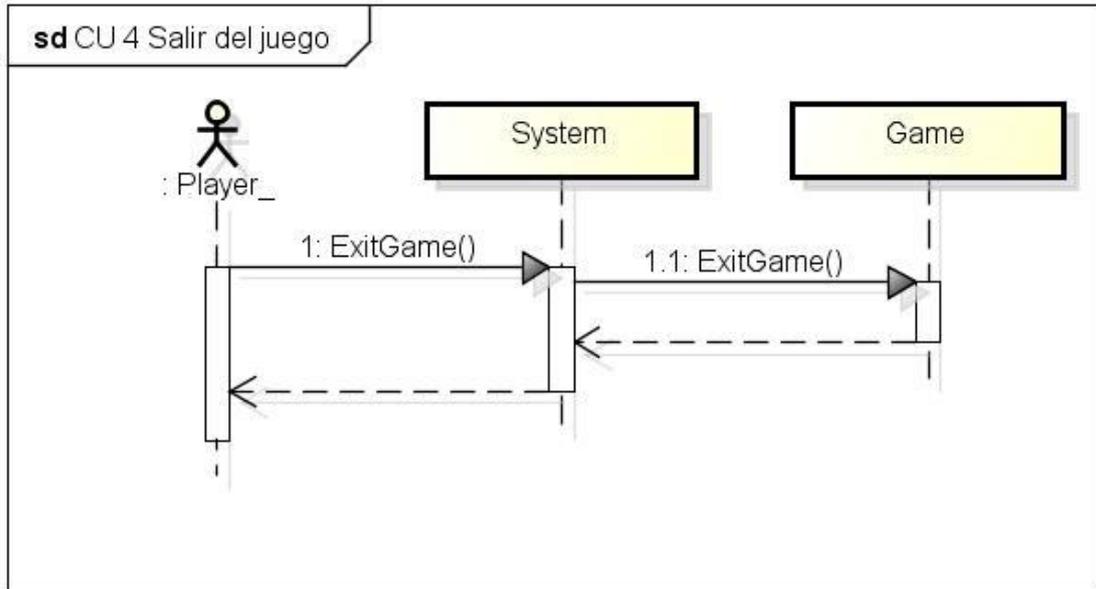
powered by Astah

Figura 13: CU 2, Continuar juego



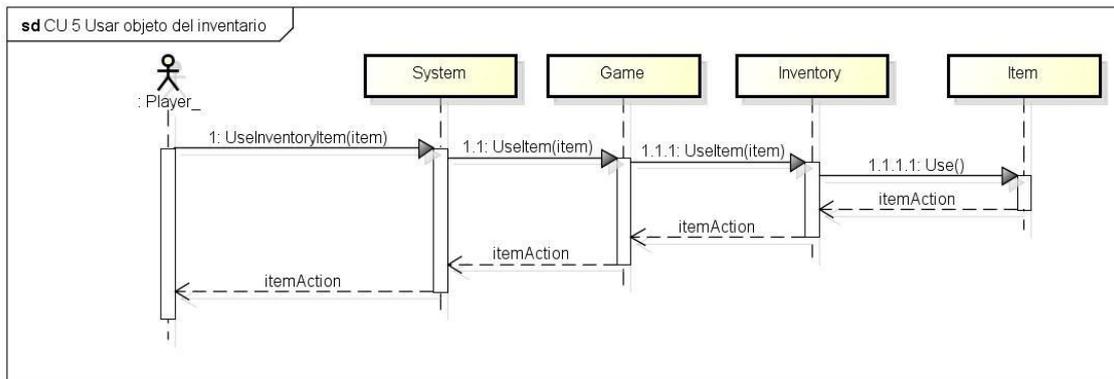
powered by Astah

Figura 14: CU 3, Configurar perfil



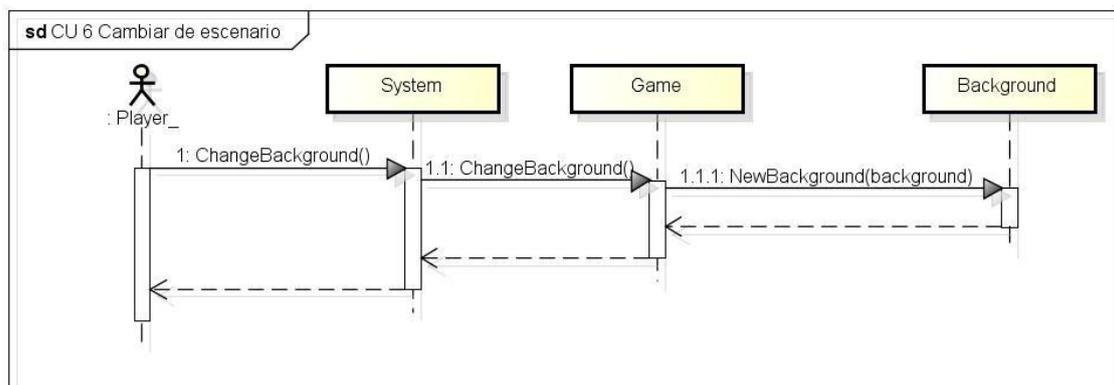
powered by Astah

Figura 15: CU 4, Salir del juego



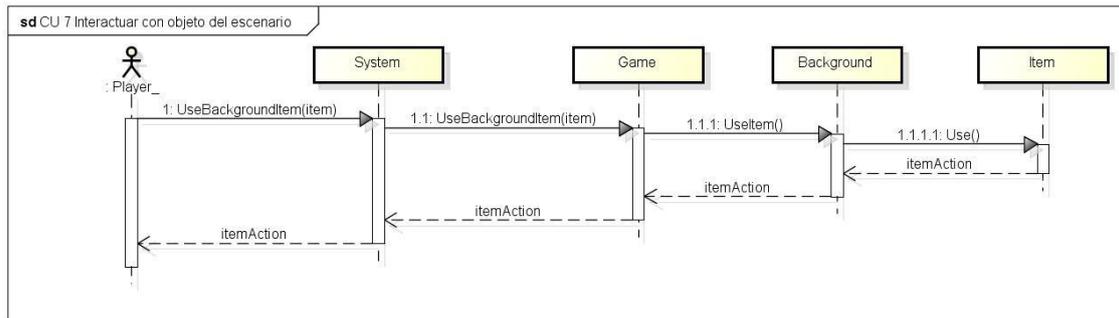
powered by Astah

Figura 16: CU 5, Usar objetos del inventario



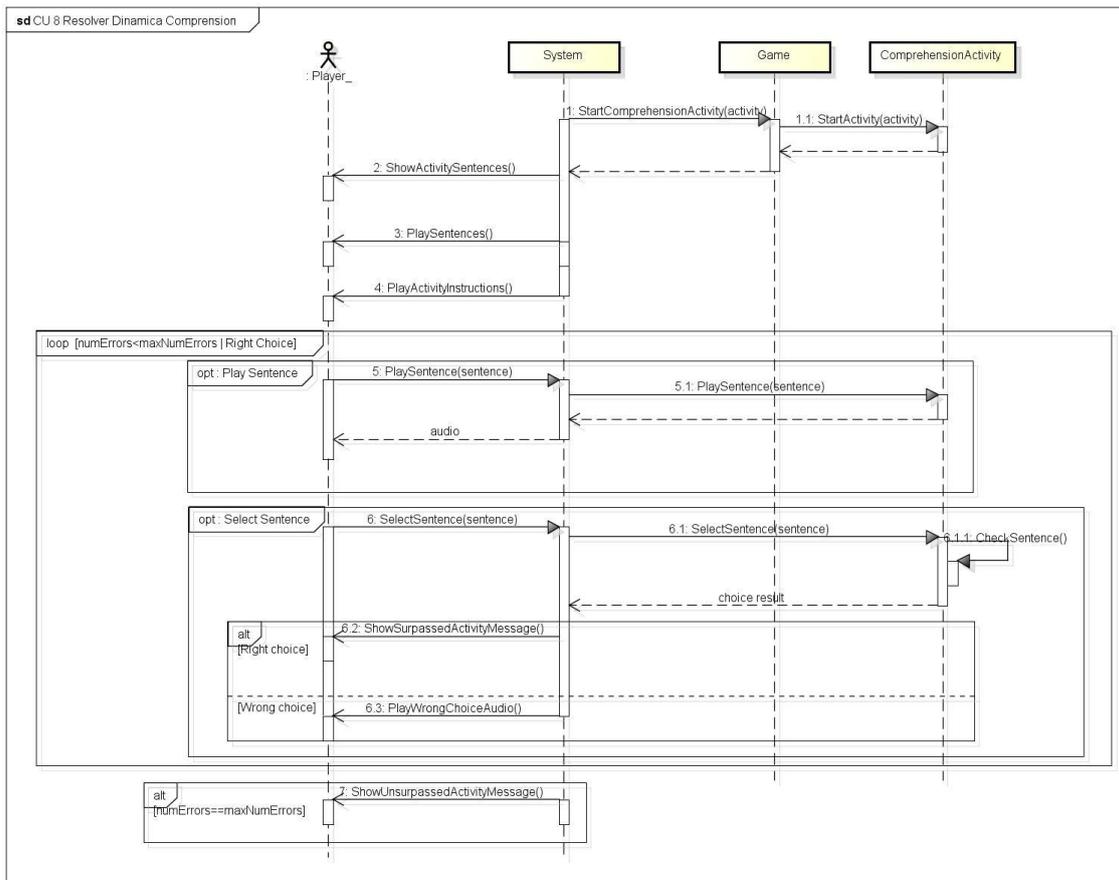
powered by Astah

Figura 17: CU 6, Cambiar de escenario



powered by Astah

Figura 18: CU 7, Interactuar con objeto del escenario



powered by Astah

Figura 19: CU 8, Resolver Dinámica Comprensión

Videojuego para la mejora de la prosodia en personas con discapacidad intelectual

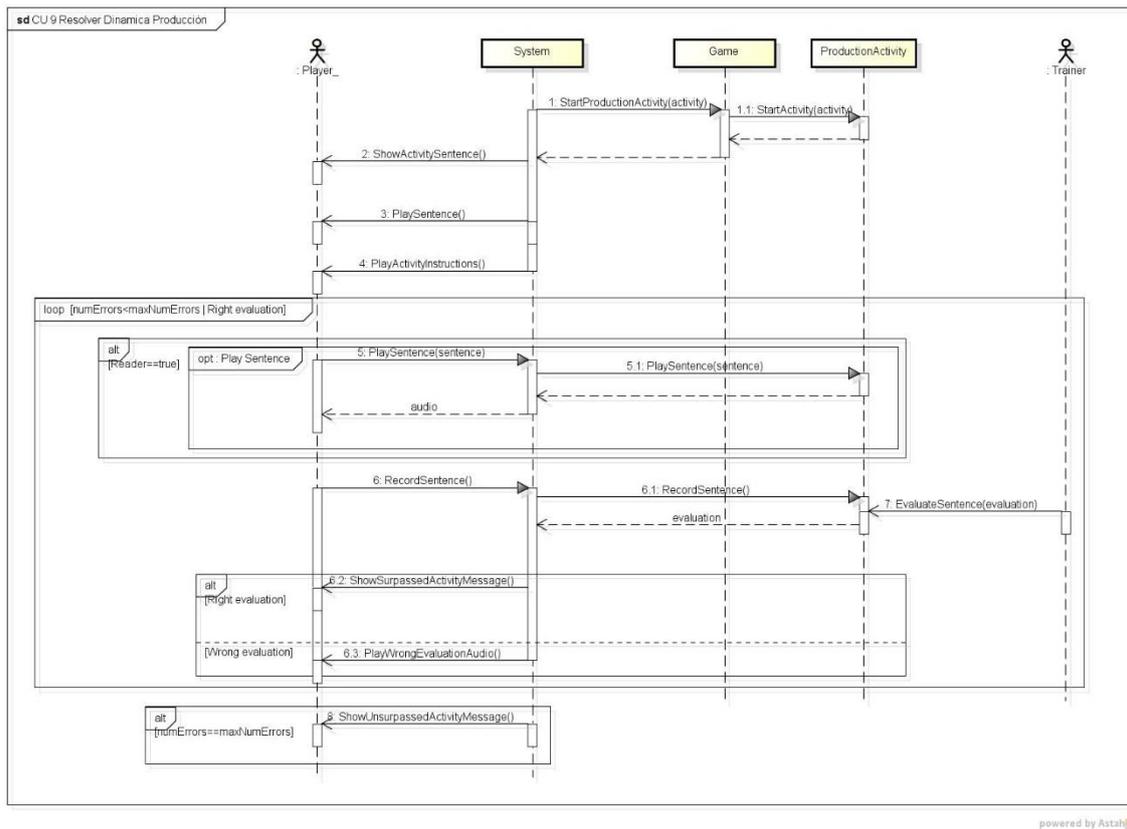


Figura 20: CU 9, Resolver Dinámica Producción

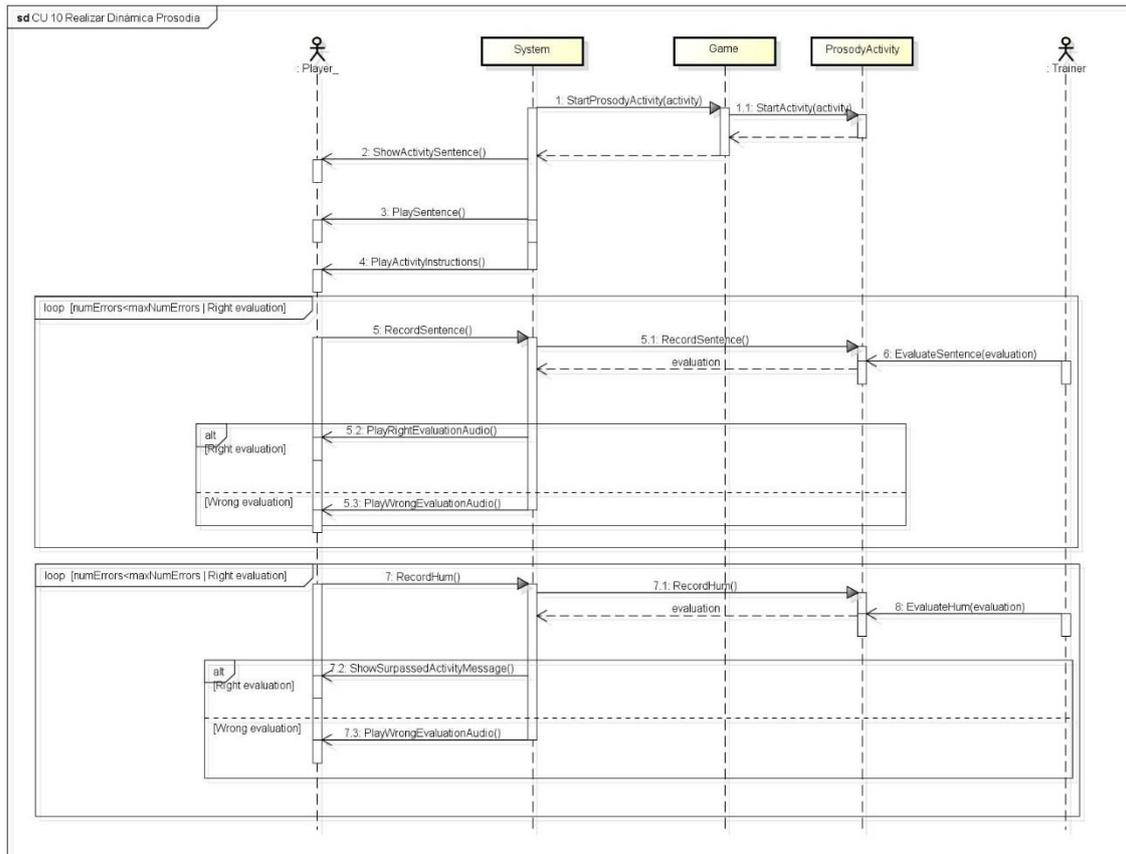


Figura 21: CU 10, Resolver Dinámica Prosodia

3.6 Arquitectura del sistema

Para la definición de la arquitectura software del videojuego se ha decidido aplicar el patrón Programación por Capas, ya que permite separar la interfaz, la lógica del juego y los datos en capas independientes (Figura 22). La ventaja principal de este estilo es que el desarrollo se puede llevar a cabo en varios niveles y, en caso de que sobrevenga algún cambio, solo se modifica el nivel requerido sin tener que modificar ninguna clase de las otras capas.

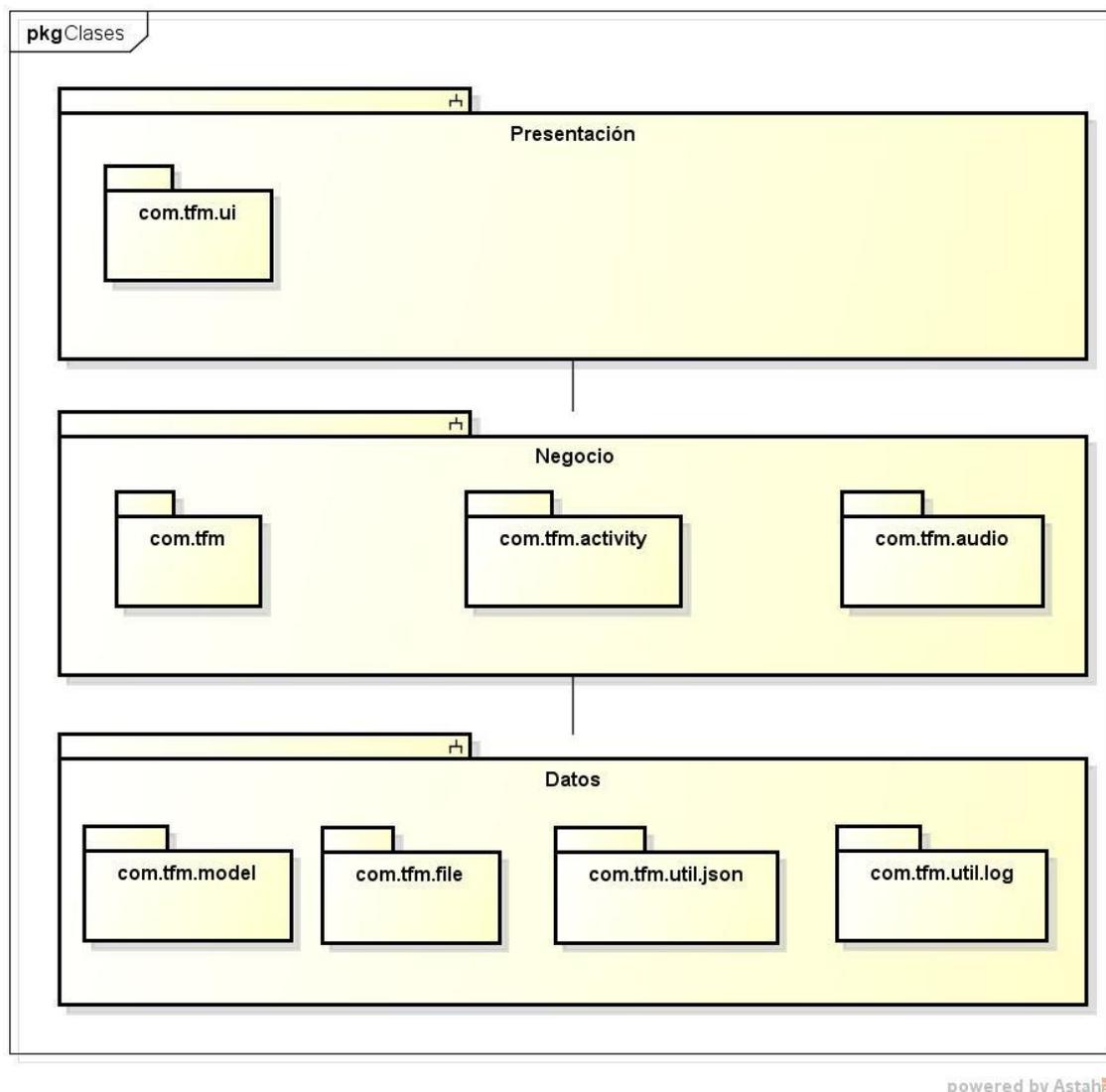


Figura 22: Capas de la aplicación

El paquete `com.tfm.activity` se ha colocado en la capa de negocio a pesar de que contiene las clases que manejan la interfaz gráfica relacionada con dichas dinámicas ya que se comunica con las clases de la capa de datos. Esto es así ya que se pretende que las dinámicas sean independientes del resto del videojuego, de forma que se puedan modificar o ampliar fácilmente. La arquitectura al completo compone un motor de juego simple que puede ser utilizado o adaptado para realizar otros videojuegos similares. En la Figura 9 se muestra la relación entre los paquetes de las diferentes capas del sistema.

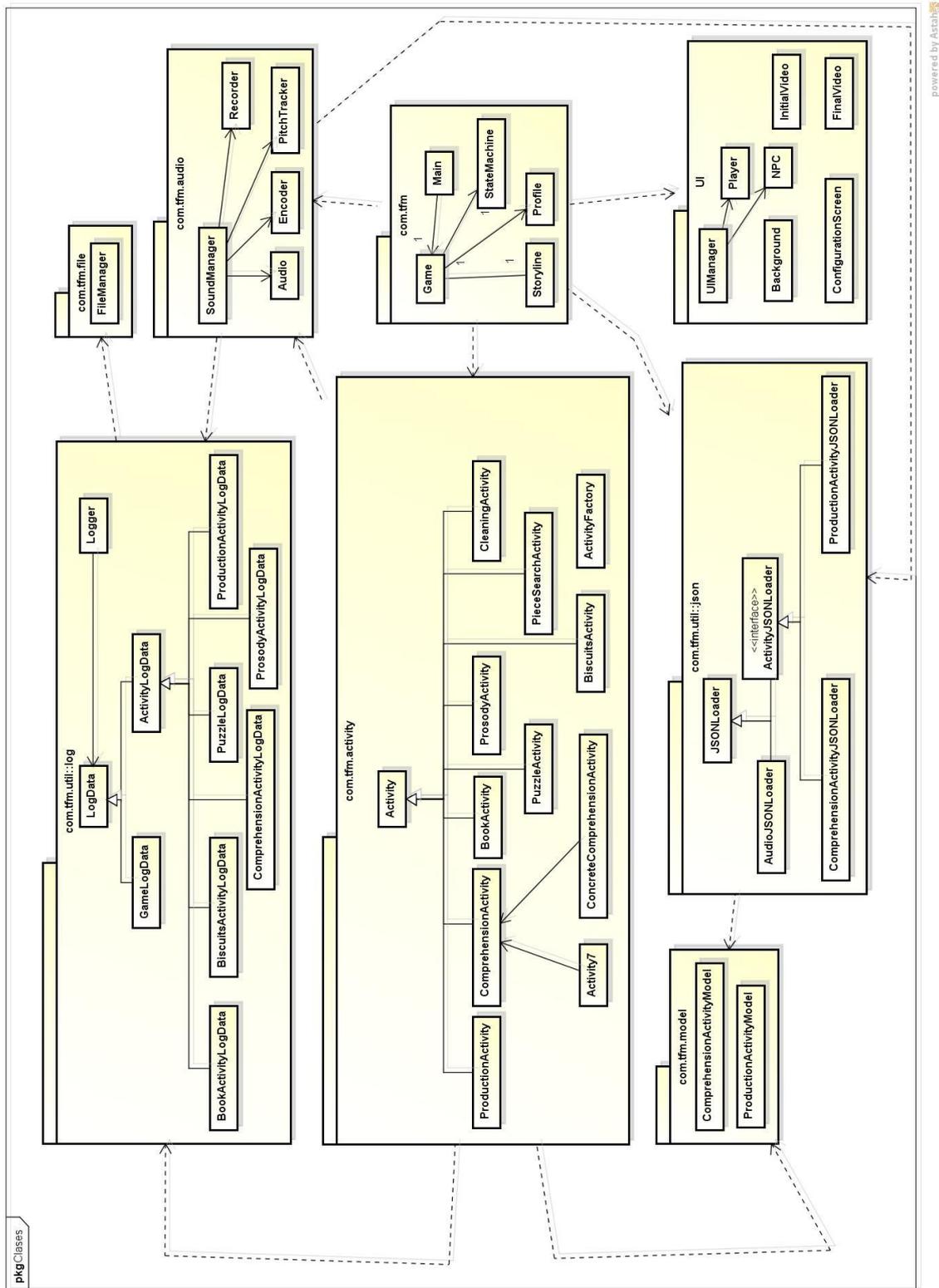


Figura 23: Arquitectura del videojuego

El paquete principal es *com.frm*, ya que es el que contiene las clases que implementan la lógica del juego. Por un lado, la clase *Game* es la encargada de gestionar todo el ciclo de vida del videojuego, manteniendo información sobre el estado actual y ejerciendo de intermediaria entre las diferentes clases del sistema. También almacena la información del perfil de usuario utilizando para ello la clase *Profile*. Por otro lado, la clase *Storyline*

es la encargada de gestionar todo el flujo de eventos del sistema, utilizando para ello unas reglas definidas en un archivo JSON externo. La clase *Game* se comunica con el storyline proporcionándole un evento y éste le devuelve a su vez el siguiente evento a realizar.

Por otro lado, el paquete *com.tfm.audio* contiene todas las clases relacionadas con la entrada/salida de audio del sistema. La clase controladora de esta interacción es la clase *SoundManager*, que es la encargada de proporcionar un mecanismo de acceso a todas las funcionalidades contenidas en este paquete, utilizando para ello las clases restantes que componen este paquete. Por un lado, la clase *Audio* se utiliza para proporcionar al *SoundManager* la información sobre los diferentes audios que se reproducen en el videojuego. Por ello, toda reproducción de un audio que solicite cualquier clase del sistema debe ser solicitada al *SoundManager* proporcionando la información de ese audio mediante la clase *Audio*. Por otro lado, la clase *Recorder* es la encargada de realizar la grabación de la voz de los jugadores utilizando un micrófono como entrada. Estos audios deben ser codificados en un formato de salida adecuado, tarea que realiza la clase *Encoder* (los formatos posibles son wav, mp3 y flac). Por último, la clase *PitchTracker* es la encargada de implementar el algoritmo de extracción de pitch en tiempo real (Schmitt, 2010) utilizado para las dinámicas de prosodia.

Toda la comunicación con los ficheros JSON definidos se realiza mediante las clases del paquete *com.tfm.util.json*. Esta información es la referente a los diálogos entre el jugador, el asistente y los personajes del juego, además de la información de diferentes dinámicas de comprensión y producción existentes en el juego. Esta información se codifica en la clase *Audio* del paquete *com.tfm.audio* (para los audios) y en las clases del paquete *com.tfm.model* (para las dinámicas).

El paquete *com.tfm.activity* contiene todas las clases relacionadas con las diferentes dinámicas existentes en el juego. Existe una clase para las dinámicas de comprensión, una para las dinámicas de producción, una para la actividad de prosodia y una para cada actividad visual. Cada clase gestiona la lógica de la dinámica y su interfaz de usuario, de manera que estas dinámicas son independientes del resto del videojuego. Todas las dinámicas heredan de una misma clase *Activity*, donde están las funcionalidades comunes a todas las dinámicas. De esta manera se facilita la inclusión de nuevas dinámicas, ya que la clase *Game* se relaciona con todas las dinámicas a través de esta clase superior.

Otro paquete importante es *com.tfm.util.log*, ya que contiene las clases encargadas de gestionar el registro de eventos que se producen durante el juego así como las grabaciones que se realizan. La clase *Logger* es la encargada de comunicarse con el sistema de ficheros a través de la clase *FileManager*, por lo tanto almacena los ficheros JSON generados por las demás clases del paquete. La clase *LogData* es la encargada de generar los eventos comunes, como la fecha y hora. La clase *GameLogData* hereda de *LogData* y es la encargada de almacenar los eventos del juego no relacionados con las dinámicas, como son las entradas/salidas de los escenarios o los usos de los objetos del

inventario. La clase *ActivityLogData* realiza lo mismo que la anterior pero para los eventos comunes de las dinámicas. Por último, cada dinámica con eventos específicos tiene su propia clase de log para registrarlos.

Por último, el paquete *com.tfm.ui* contiene las clases encargadas de la gestión de la interfaz de usuario incluida en el juego con la excepción de la interfaz de las dinámicas. Dentro de este paquete se encuentra la clase *UIManager*, que es la clase controladora con la que se comunica la clase *Game* y la encargada de gestionar toda la comunicación del juego con la interfaz de usuario y viceversa, utilizando para ello clases auxiliares como *Player* o *NPC* (non-player character). Por otro lado, la clase *Background* es la encargada de mostrar los elementos visuales de cada escenario y las animaciones del juego así como de gestionar los eventos de entrada que realiza el usuario. El resto de clases se encargan de mostrar otras pantallas del juego, especialmente importante es *ConfigurationScreen*, que es la pantalla donde el jugador configura su perfil de juego (dificultad, avatar, perfil lector y nombre).

3.7 Gestión de la narrativa del juego, la clase *Storyline*.

La mecánica de un juego se puede definir como el conjunto de procesos que se llevan a cabo durante una partida que siguen una serie de pasos en un orden específico, elegidos por el jugador o no, que permiten terminar una partida, limitados por unas reglas y cuyos resultados se ven afectados por las decisiones de los jugadores y/o por el azar.

Por lo tanto es necesario implementar un mecanismo que permita definir adecuadamente la mecánica del juego, de tal manera que el jugador pueda avanzar en el juego de una manera consistente con lo definido por la mecánica. Por ello, se han definido una serie de acciones con las cuales se genera toda la mecánica del juego, las cuales se detallan a continuación.

- a) Animaciones (Animation): Reproducen una animación dentro del escenario de juego en el que se encuentra el jugador.
- b) Audios (Audio): Reproducen audios, generalmente vinculados a diálogos de los personajes del juego.
- c) Cambio de escenario (Exit): Producen un cambio de escenario de juego. Este evento también pueden producirlo los usuarios.
- d) Dinámicas (Activity): Muestran al usuario una dinámica que tiene que resolver para continuar con el juego.
- e) Animaciones de los objetos del inventario (*InventoryItemAnimation*): Reproducen una animación asociada a algún objeto del inventario del jugador.
- f) Animaciones de los objetos del escenario (*BackgroundItemAnimation*): Reproducen una animación asociada a algún objeto del escenario actual de juego.
- g) Adquisición de objetos (Get): Almacenan un objeto en el inventario del jugador.
- h) Cambio de escena (*ChangeStage*): Cambian la escena del juego.

- i) Cambio de nivel (ChangeLevel): Cambiar de nivel del juego. En este caso solo existe un nivel, pero se habilita esta acción con previsiones de que haya más niveles.
- j) Interacción del usuario (UserInteraction): Habilita la interacción entre el usuario y el juego. El sistema no avanza desde esta acción hasta que el usuario ejecute un evento de usuario.

Estas transiciones pueden ser automáticas o producidas por la acción del jugador. Los eventos que puede ejecutar el jugador y que producen nuevas acciones son las siguientes:

- a) Cambio de escenario (Exit): Se producen cuando el jugador pulsa sobre un objeto del escenario que permite cambiar de escenario de juego.
- b) Click en objeto del inventario (IIC): Se produce cuando el jugador hace click sobre un objeto del inventario.
- c) Click en objeto del escenario (BIC): Se produce cuando el jugador hace click sobre un objeto del escenario.

Para facilitar la definición de las acciones y el flujo existente entre ellas se ha dividido la narrativa en 4 escenas, las cuales están representadas en la Figura 24, la Figura 25, la Figura 26, la Figura 27, la Figura 28, la Figura 29, la Figura 30 y la Figura 31. En dichas figuras, además del tipo de acción, su nombre y las conexiones con las siguientes acciones se especifica quien hace avanzar el sistema hacia la siguiente acción (jugador o sistema) y en qué escenario se produce la acción.

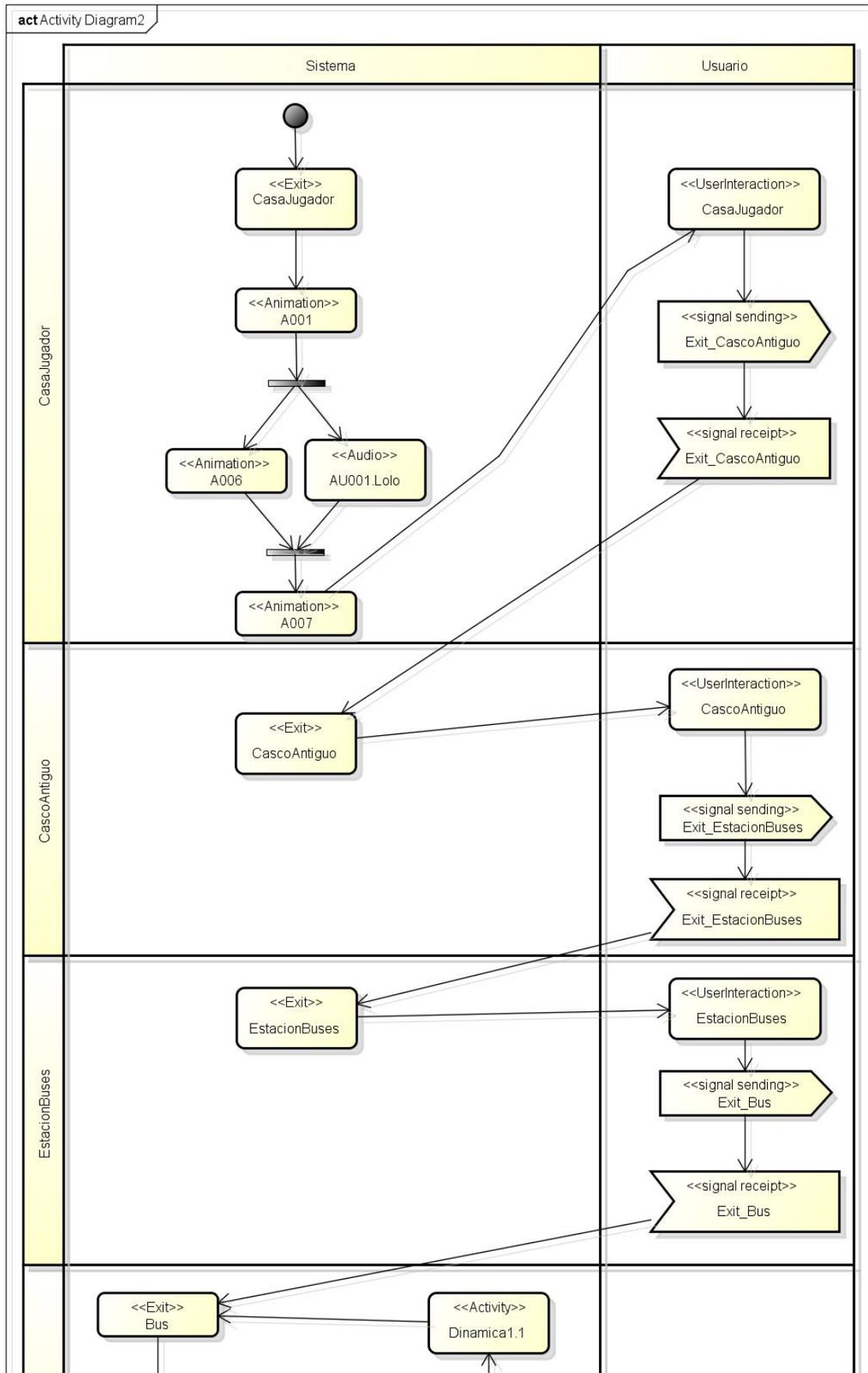
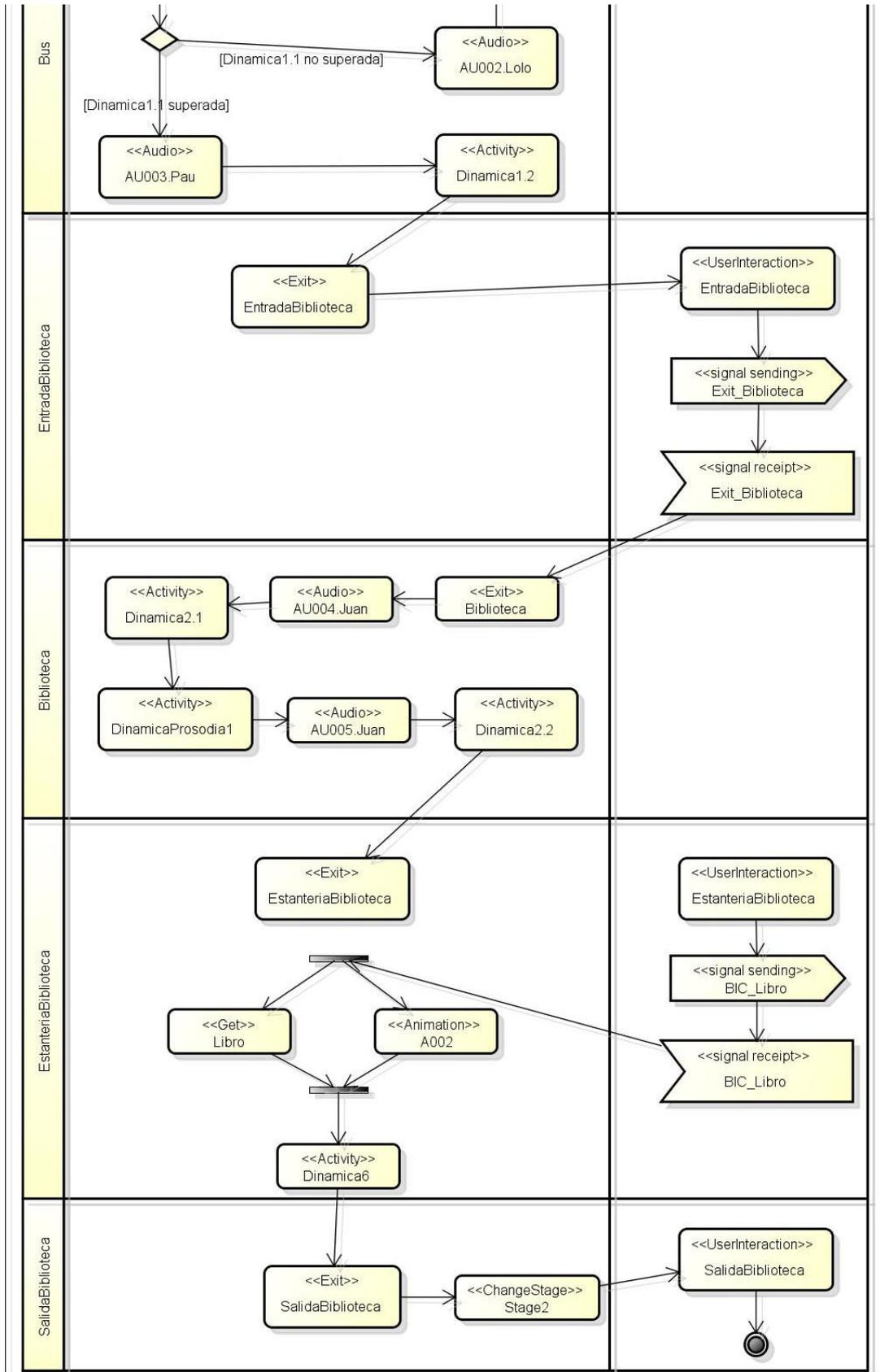


Figura 24: Flujo de acciones Escena 1 (1)



powered by Astah

Figura 25: Flujo de acciones Escena 1 (2)

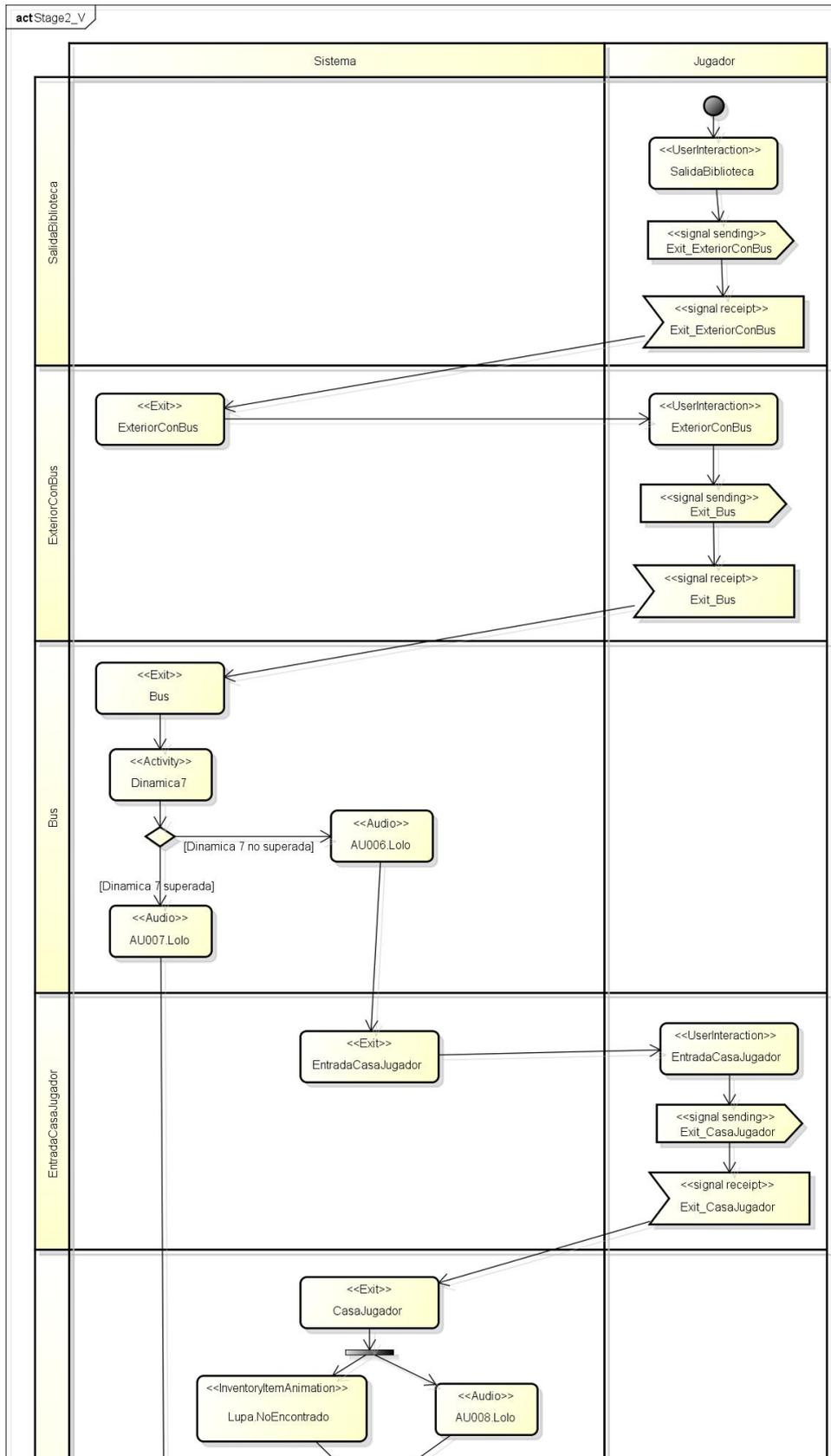


Figura 26: Flujo de acciones Escena 2 (1)

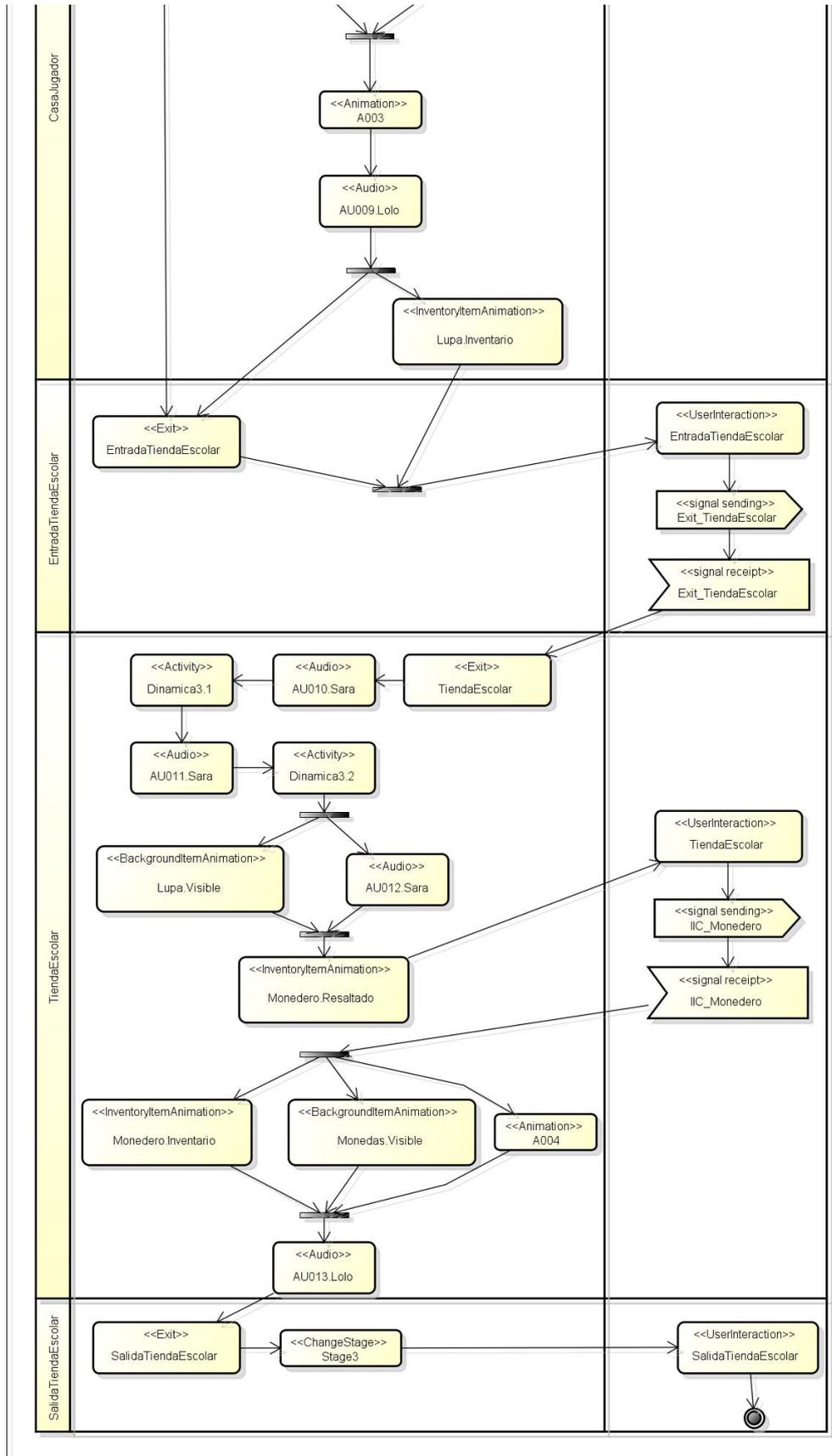


Figura 27: Flujo de acciones Escena 2 (2)

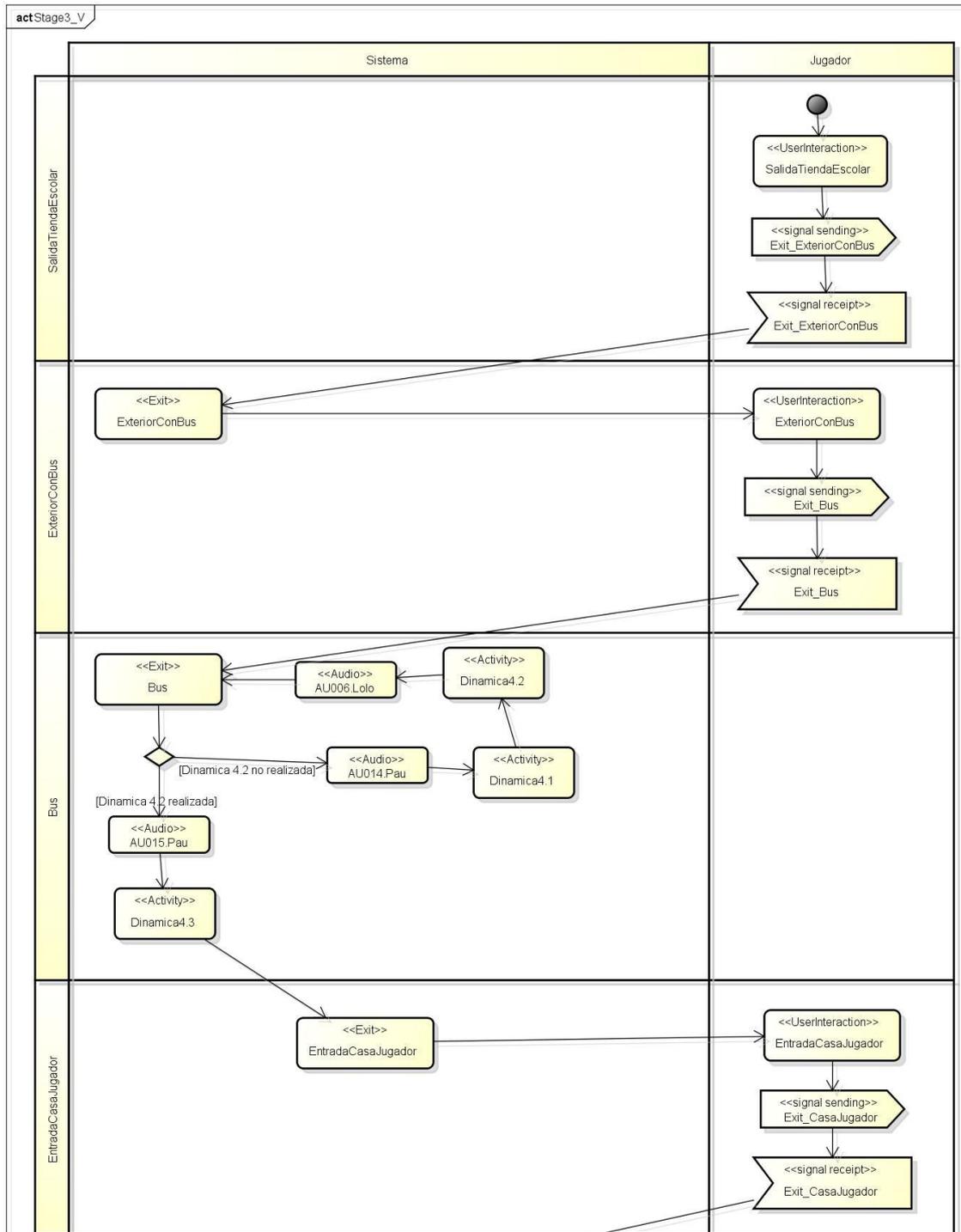


Figura 28: Flujo de acciones Escena 3 (1)

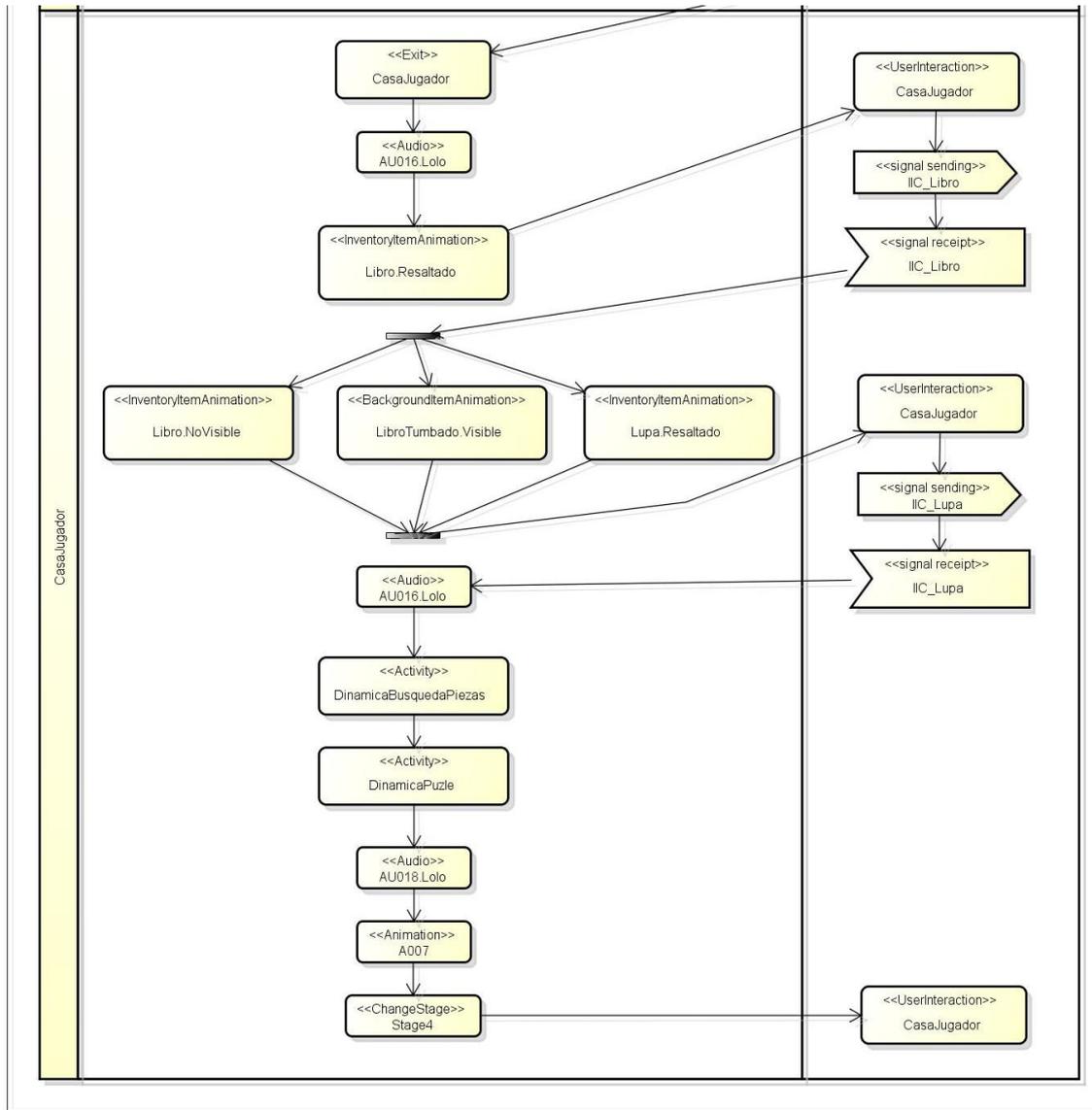


Figura 29: Flujo de acciones Escena 3 (2)

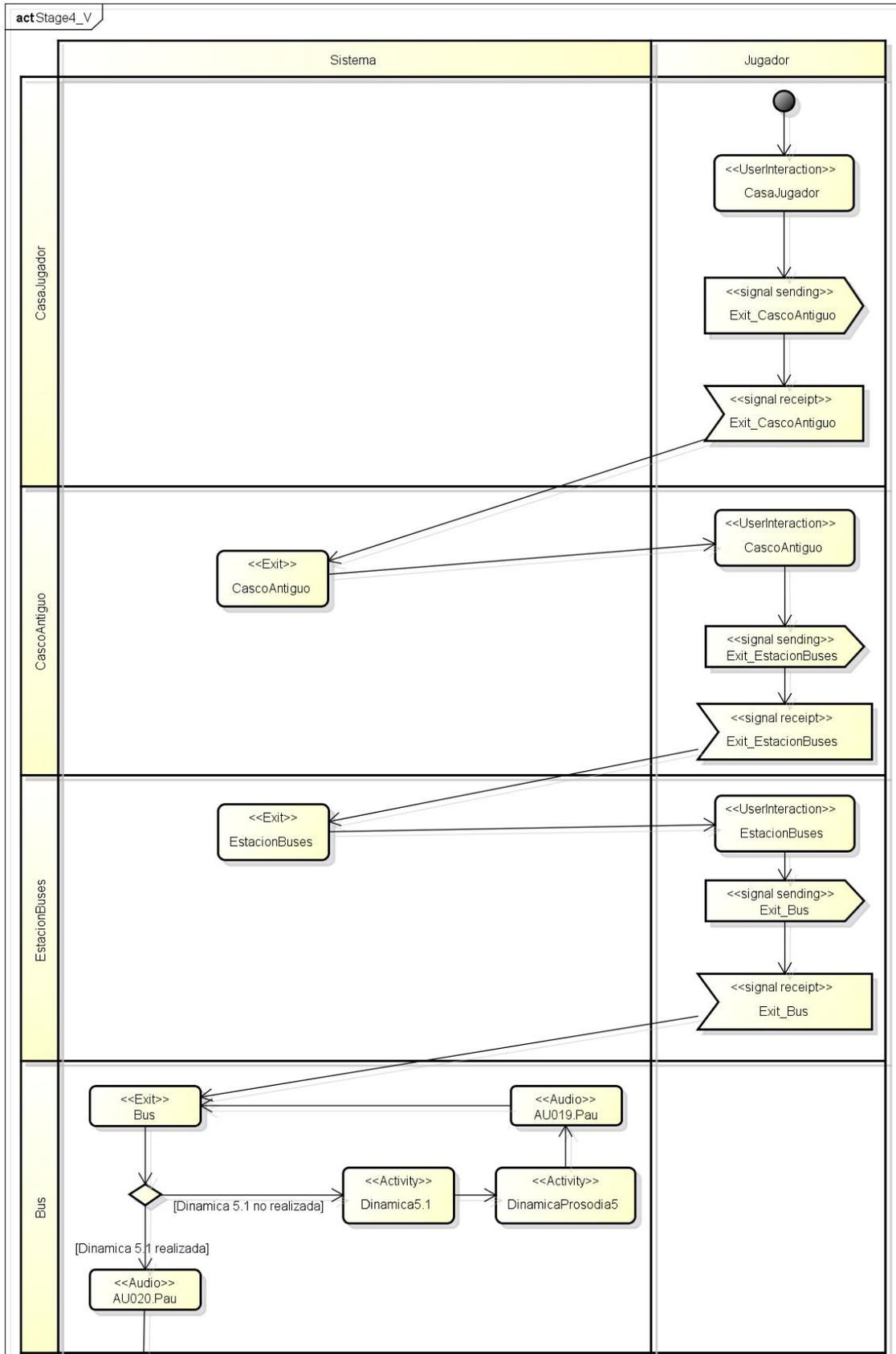


Figura 30: Flujo de acciones Escena 4 (1)

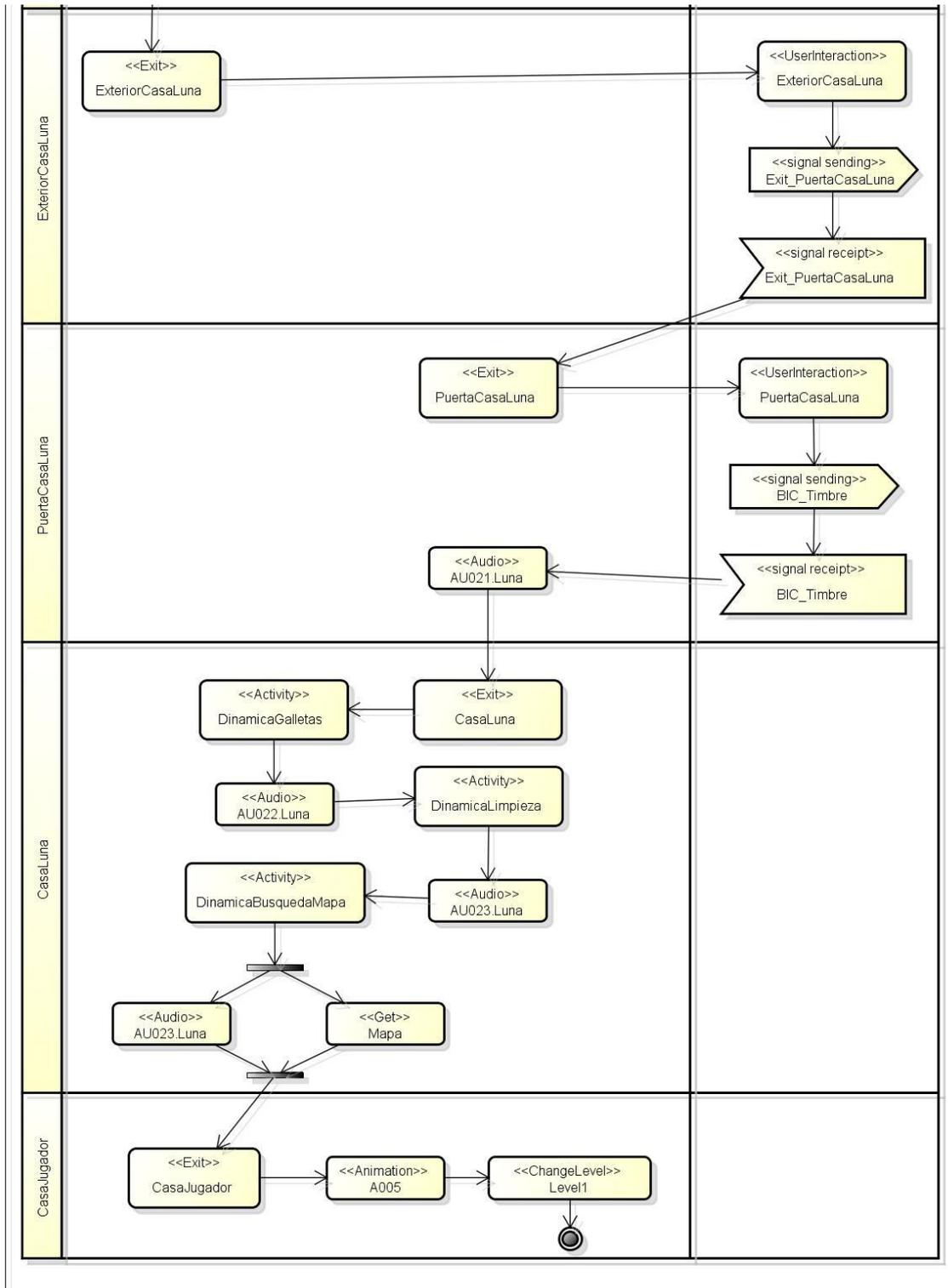


Figura 31: Flujo de acciones Escena 4 (2)

Toda esta información se almacena en un fichero JSON externo, por lo tanto cualquier cambio en la mecánica del juego puede realizarse sin introducir cambios en el código de la clase Storyline, que solo se encarga de parsear este fichero y comprobar las condiciones de las acciones con las ya ejecutadas para elegir cual es la siguiente en ejecutarse. Este fichero JSON se estructura en escenas y escenarios, de manera que se definen independiente las acciones para cada escena y escenario.

3.8 Características adicionales

3.8.1 Registro de eventos del jugador

Durante la ejecución del juego, se registran automáticamente información sobre la interacción del jugador con el juego así como las grabaciones que este realiza a en las actividades de grabación. Esta información puede ser utilizada tanto por los logopedas para analizar los resultados en sucesivas ejecuciones del juego como base para introducir posibles mejoras en la interacción de jugador con el videojuego.

3.8.2 Perfil de usuario

Debido a la variedad de usuarios que se integran dentro de la discapacidad intelectual y sus respectivas capacidades cognitivas, es necesario que el juego se pueda adaptar a las necesidades de los usuarios. Dentro del grupo de usuarios objetivo, se ha diferenciado los perfiles de lector y no lector, ya que la dificultad para la lectura es un aspecto relevante en dichos usuarios. Por lo tanto, las actividades se han complementado con ayudas visuales y sonoras adicionales. También se han implementado tres niveles de dificultad, que afectan a la complejidad de algunas dinámicas del juego y a las ayudas que se le ofrecen al jugador.

Para potenciar la sensación de inmersión dentro del juego, se le ofrece al jugador la oportunidad de seleccionar un avatar al comienzo del juego. Dicho avatar representa la imagen del jugador en el juego, lo que le permite identificarse con el personaje de la historia.

La clasificación de los usuarios en un perfil u otro debe ser determinada actualmente por el personal de apoyo que acompaña a los usuarios al jugar, aunque se pretende que este proceso sea automático en un futuro gracias a las actividades de diagnosis iniciales que se establecerán como parte de la creación del perfil por parte del usuario, es decir, junto a la personalización del avatar. El acompañante también deberá introducir un nombre de usuario, que se utilizará para crear el log donde se registran los eventos del jugador en el juego.

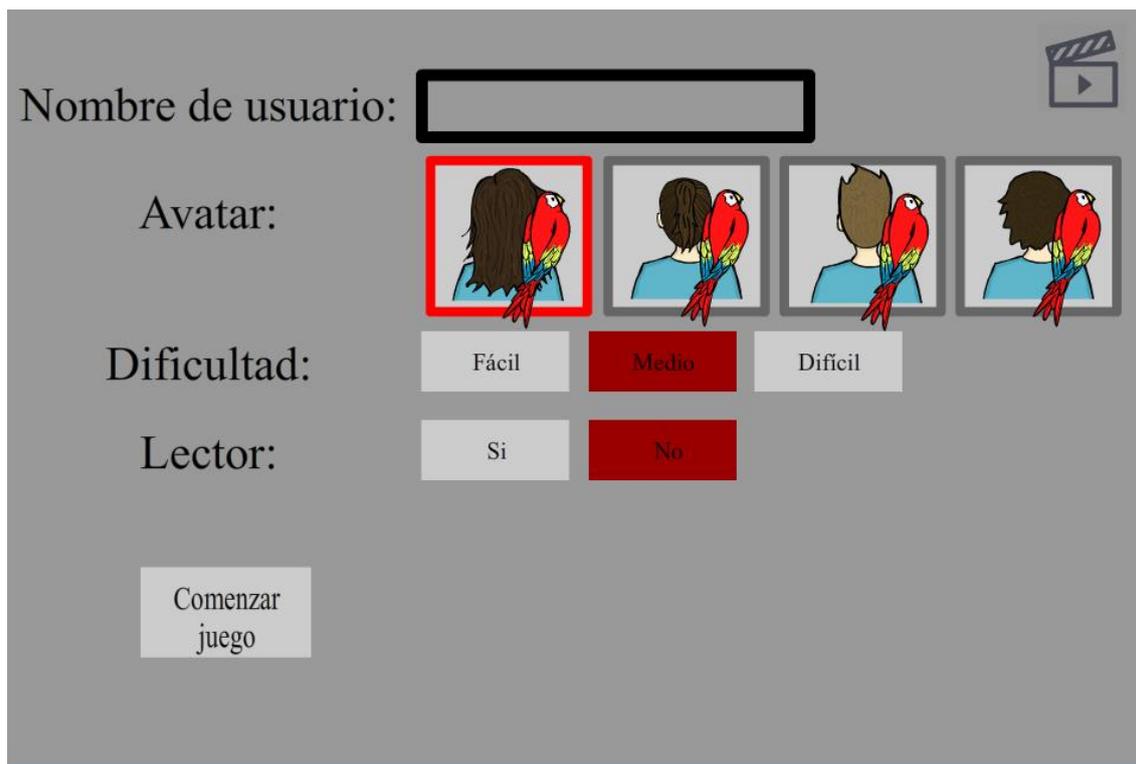


Figura 32: Pantalla de configuración del videojuego

3.8.3 El papel del logopeda o profesor

El rol de apoyo del profesor es fundamental para explotar al máximo la potencialidad educativa del videojuego. El profesor además de apoyar y guiar al usuario en el proceso, determinará los niveles de dificultad que el usuario puede ir superando, animará a éste a continuar cuando encuentre dificultades en una tarea o actividad, complementará las ayudas proporcionadas en el videojuego para la realización de las actividades y para su avance en el mismo, ayudándole a resolver tanto las dificultades del usuario tanto en el manejo del mismo, como sus dificultades de comprensión de la narrativa o de las actividades. Además, se le encarga la tarea de evaluar las dinámicas relacionadas con la grabación de la voz del jugador, tarea que se ejecutará automáticamente en versiones posteriores del juego.

3.8.4 Asistente

Además, se ha incluido un asistente que guía al jugador en el transcurso del juego. Dicho asistente guía al jugador para que sepa a qué escenario debe ir o qué objeto debe conseguir. También recordará el objetivo actual si el jugador se queda atascado en algún punto del juego. Esto último es importante ya que se pretende que el jugador complete el máximo de actividades posibles, por lo que fomentar la permanencia en el juego se vuelve un factor muy importante.

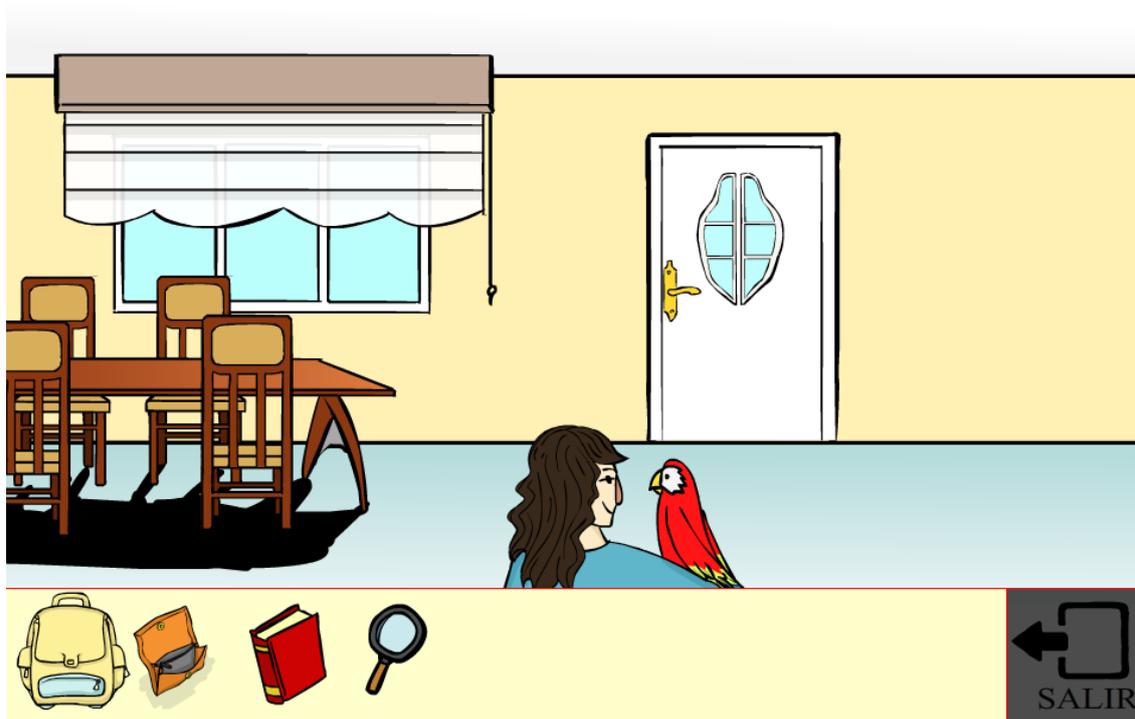


Figura 33: Asistente del juego

3.9 Diseño de la interfaz y dinámicas

En este apartado se detallan las dinámicas que están integradas dentro del juego, que son con las que el jugador practicará las competencias prosódicas que se han definido. Estas dinámicas estarán integradas en el contexto general del juego, con lo que se pretende que el jugador sea lo menos consciente de que está realizando una actividad educativa y las realice con el objetivo de avanzar en el juego. Además, también se detallan algunas decisiones de diseño planteadas con el objetivo de paliar al máximo los problemas existentes en la interacción persona-computador que se han observado en las personas con síndrome de Down, utilizando como punto de partida las guías de diseño definidas anteriormente (Ver Guías de diseño).

3.9.1 Aspectos generales de la interfaz

Para el desarrollo de los escenarios, objetos y personajes se ha seguido un diseño uniforme, próximo a los dibujos animados pero sin infantilizar los elementos visuales. Se han utilizado colores vivos y acordes a los escenarios que se representan. La fuente de los textos presentes es clara y de un tamaño mayor al habitual para facilitar su lectura. Los elementos visuales integrados en las dinámicas representan su funcionalidad dentro de la misma, como el micrófono para grabar, el altavoz para escuchar las frases o un trapo para limpiar el polvo. Por otro lado, las instrucciones sonoras utilizan un lenguaje simple y conciso, para facilitar al máximo su comprensión.

Otro aspecto importante que se ha tenido en cuenta es la inclusión de ayudas visuales sobre los escenarios del juego, para ayudar a los jugadores a identificar el siguiente paso a realizar y evitar que dichos jugadores no consigan avanzar en la historia.

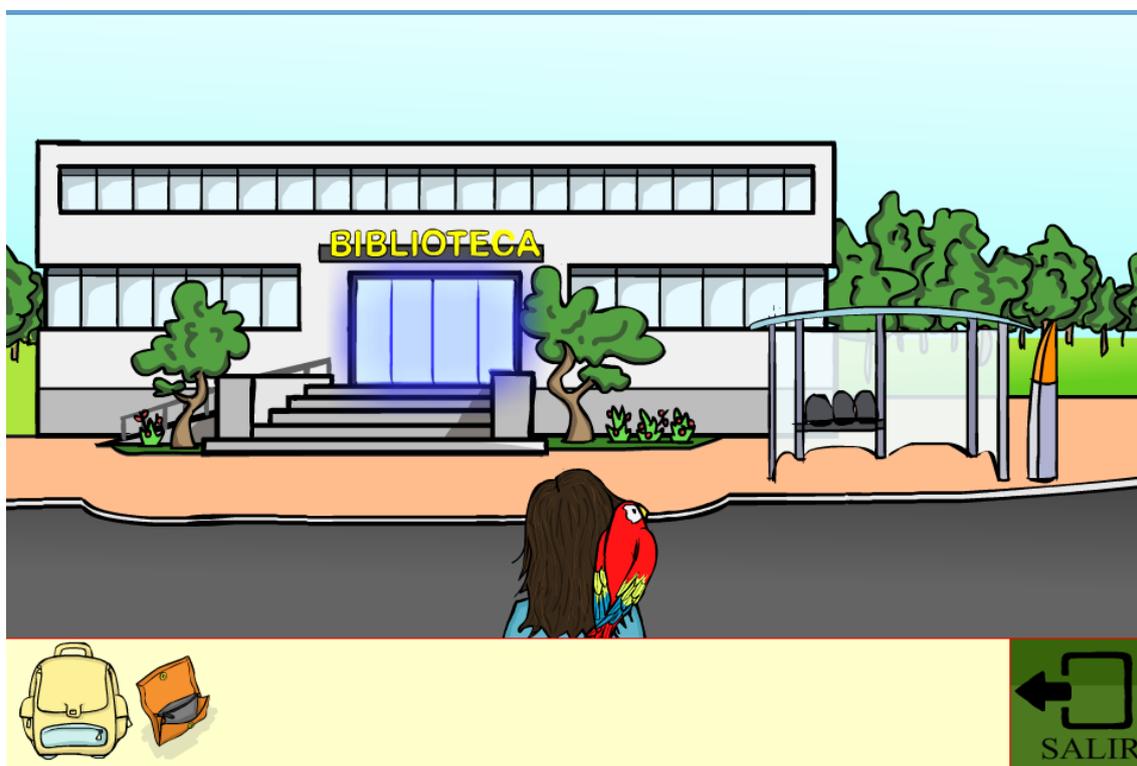


Figura 34: Ayudas visuales sobre el escenario

3.9.2 Narrativa e inmersión en el juego

Debido a que la principal función del videojuego es ayudar a las personas con discapacidad intelectual a mejorar el uso del lenguaje, los escenarios, personajes y objetos con los que el jugador interactuará son representaciones del mundo real, para que dichos jugadores puedan identificar situaciones cotidianas y sean capaces de utilizar lo aprendido durante el juego en situaciones reales. Así el jugador pasará durante la aventura por escenarios cotidianos como una biblioteca, un autobús o una tienda de material escolar. Sin embargo, la historia narrada también incluye aspectos imaginarios, ya que ayudan a que el jugador se sienta retado a alcanzar determinados objetivos alejados de las tareas más cotidianas. Por ello, según avanza el juego, los escenarios realistas se irán transformando en escenarios con toques fantásticos.

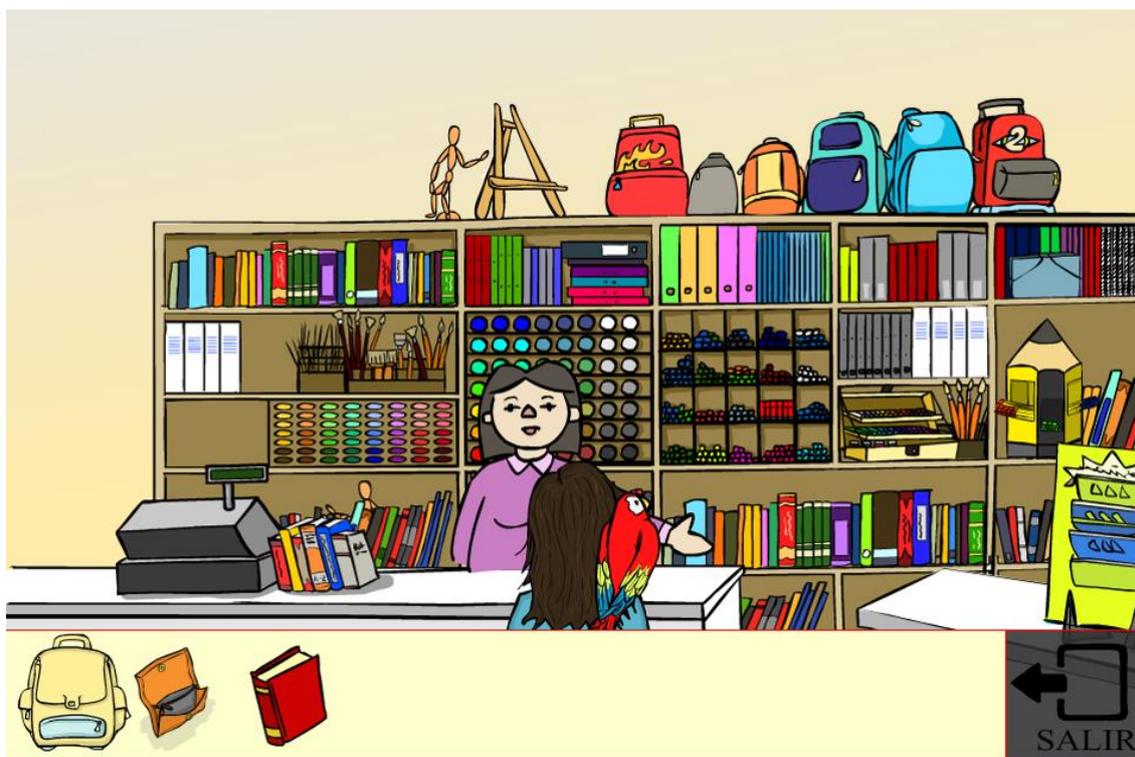


Figura 35: Escenario del juego Tienda Material Escolar

3.9.3 Tipos de dinámicas

Como se ha comentado anteriormente, el objetivo principal del videojuego es que el usuario trabaje sus competencias comunicativas. Para ello, se han definido 4 tipos de dinámicas enfocadas a mejorar algún aspecto relevante en dichas competencias.

3.9.3.1 Dinámicas de comprensión

Dichas actividades están enfocadas tanto a la comprensión léxico-semántica como a la mejora de la percepción prosódica en contextos concretos, como realizar una pregunta o pedir algo educadamente. Para ello se introduce al usuario en diferentes diálogos con personajes del juego, en los que tendrá que elegir entre diferentes opciones con las que continuar el diálogo.



Figura 36: Dinámica de comprensión en dificultad media

En estas actividades, se le presenta al jugador una serie de frases con las que continuar un diálogo, de las cuales solo una es correcta en el contexto de la conversación. Estas frases son reproducidas en un inicio para complementar la información textual con la sonora y que el usuario reciba la información por dos canales, evitando posibles problemas de lectura. El jugador puede elegir entre seleccionar una de las opciones o volver a escuchar alguna de las frases. En el caso de elegir alguna opción, si ha seleccionado la opción correcta, la dinámica finaliza mostrando un mensaje por pantalla, si elige una opción incorrecta, se le proporciona un refuerzo sonoro para indicar el error y se le deja volver a escoger una opción. Este ciclo se repite varias veces, dependiendo de la dinámica. Si el jugador no consigue seleccionar la opción correcta, la dinámica termina y se le muestra un mensaje indicando el error. De esta forma se evita que el jugador se bloquee y se frustre, lo que podría provocar un abandono del juego. Todo este flujo de interacción se puede observar en la Figura 37.

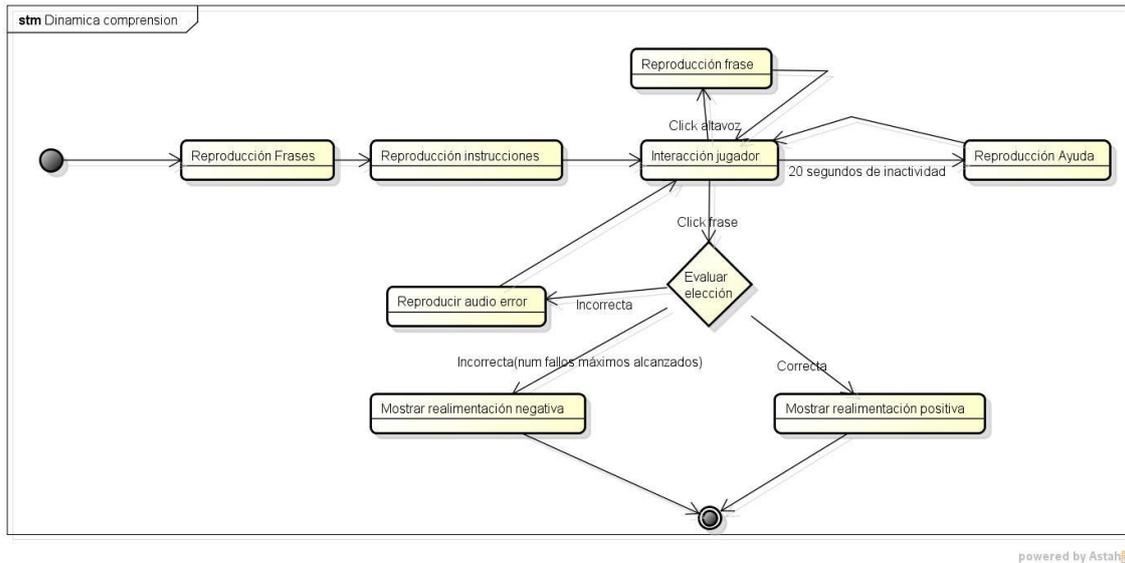


Figura 37: Flujo de interacción las dinámicas de comprensión

Durante el desarrollo de la dinámica el asistente del juego reproduce una serie de ayudas sonoras para guiar al jugador. Estas ayudas se ejecutan cuando el jugador falla al elegir una opción, si no realiza ninguna acción en tiempo determinado o para explicar el funcionamiento de la dinámica al propio jugador.

Cuando se reproduce cualquier tipo de audio, el jugador no puede realizar acciones sobre la dinámica para evitar posibles distracciones e intentar que las ayudas sonoras sean lo más eficaces posibles. Este bloqueo de la interacción viene respaldado por cambios en la interfaz que ayuden a interpretar dicha imposibilidad.



Figura 38: Cambios en la interfaz al reproducirse un audio en las dinámicas de comprensión

Según el nivel de dificultad que se haya elegido, las frases de estas dinámicas serán diferentes y variarían su complejidad, aunque el mecanismo de resolución será el mismo. También hay dinámicas donde varían el número de opciones disponibles a elegir.



Figura 39: Actividad de comprensión en un nivel de dificultad difícil

3.9.3.2 Dinámicas de producción

Estas actividades están dirigidas a la producción oral por lo que se insta al jugador a ejercitar el habla teniendo en cuenta aspectos prosódicos, como la entonación, la expresión de emociones o el énfasis silábico. Esto se consigue también realizando diálogos con personajes del videojuego, en los que el jugador tendrá que repetir diferentes frases en adecuación al contexto del diálogo.



Figura 40: Actividad de producción en un nivel de dificultad media

Al igual que en las actividades de comprensión, al inicio de la dinámica el asistente del juego introduce la dinámica para relacionarla con el dialogo que está teniendo lugar. Posteriormente, en el caso de que el jugador sea de perfil no lector, se reproduce la frase que tiene que grabar. Después se reproduce una ayuda sonora donde se explican las instrucciones para realizar la dinámica, que son pulsar sobre el botón de micrófono para grabar la frase o, en el caso del perfil no lector, pulsar sobre el altavoz para volver a escuchar la frase a grabar por el jugador. Una vez el jugador comience la grabación de la frase, el logopeda deberá decidir si la el jugador supera la dinámica o no. En caso afirmativo, se le muestra un refuerzo positivo por pantalla. En caso contrario, se le permite al jugador repetir la grabación un número determinado de veces, según la dinámica que se esté ejecutando. Si al final de las repeticiones la dinámica sigue sin ser superada correctamente, se le mostrará un refuerzo por pantalla y se continúa con la ejecución normal del juego. Estas dinámicas también tienen ayudas sonoras si el usuario no realiza ninguna acción.

En estas dinámicas, el jugador debe grabar la frase que se le muestra en pantalla para continuar un diálogo iniciado con un personaje. Para ello, debe pulsar sobre un botón con un icono de micrófono y comenzar la grabación. El logopeda o entrenador debe decidir si el jugador ha repetido la frase correctamente o no, ya que la evaluación aquí no es automática. En caso afirmativo, se le muestra un mensaje por pantalla. En caso contrario, se le permite al jugador repetir la grabación un número determinado de veces, según la dinámica que se esté ejecutando. Si al final de las repeticiones la dinámica sigue sin ser superada correctamente, se le mostrará un mensaje por pantalla y se continúa con la ejecución normal del juego.

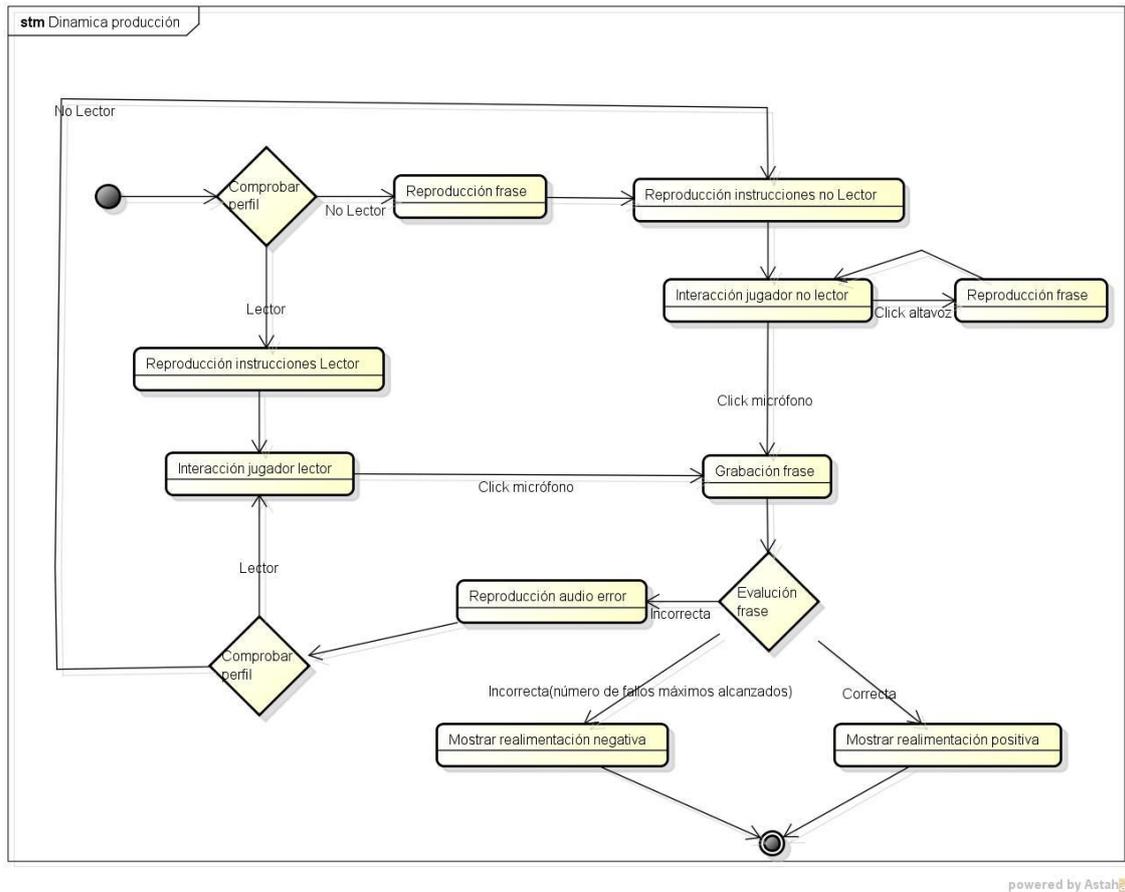


Figura 41: Flujo de interacción las dinámicas de producción

Estas dinámicas también poseen ayudas sonoras durante su desarrollo, tanto en caso de error o de bloque. Y al igual que en las actividades de comprensión, se imposibilita al jugador el realizar ninguna acción durante la reproducción de dichas ayudas, con la correspondiente respuesta de la interfaz.



Figura 42: Cambios en la interfaz al reproducirse un audio en las dinámicas de producción

En estas dinámicas el nivel de dificultad influye también en la complejidad de la frase que el jugador tiene que decir. Por lo tanto, para cada nivel de dificultad y dinámica hay una frase diferente para grabar.



Figura 43: Actividad de producción en un nivel de dificultad difícil

3.9.3.3 Dinámicas de prosodia

Con respecto a las actividades visuales relacionadas con la prosodia, el objetivo es intentar imitar de la forma más fiable posible la curva prosódica de una frase, moviendo un objeto por el escenario que reacciona a la entonación de la voz del jugador. Además, tendrá como refuerzo la frase en texto debajo de la curva, resaltándose las partes donde se producen subidas o bajadas en la curva. Con esto se pretende que el jugador relacione la curva con la frase y aprenda a modificar su entonación según el tipo de frase (interrogativa o afirmativa). Para ello, antes de que el jugador comience la dinámica, se le muestra un ejemplo en el cual el objeto se mueve automáticamente al reproducirse la frase. Además, se le pide al jugador que reproduzca la frase de manera normal y tarareada, para intentar que el jugador entienda correctamente los cambios de entonación. En estas dinámicas el logopeda también tendrá que decidir si la grabación es correcta o no.



Figura 44: Actividad de prosodia con frase



Figura 45: Actividad de prosodia con tarareo

3.9.3.4 Dinámicas visuales

Las otras dinámicas visuales son más variables en su desarrollo, ya que se introducen para aumentar la jugabilidad y no son el objetivo pedagógico principal. Aun así se

intentan potenciar otros aspectos importantes para el desarrollo personal y social del jugador.

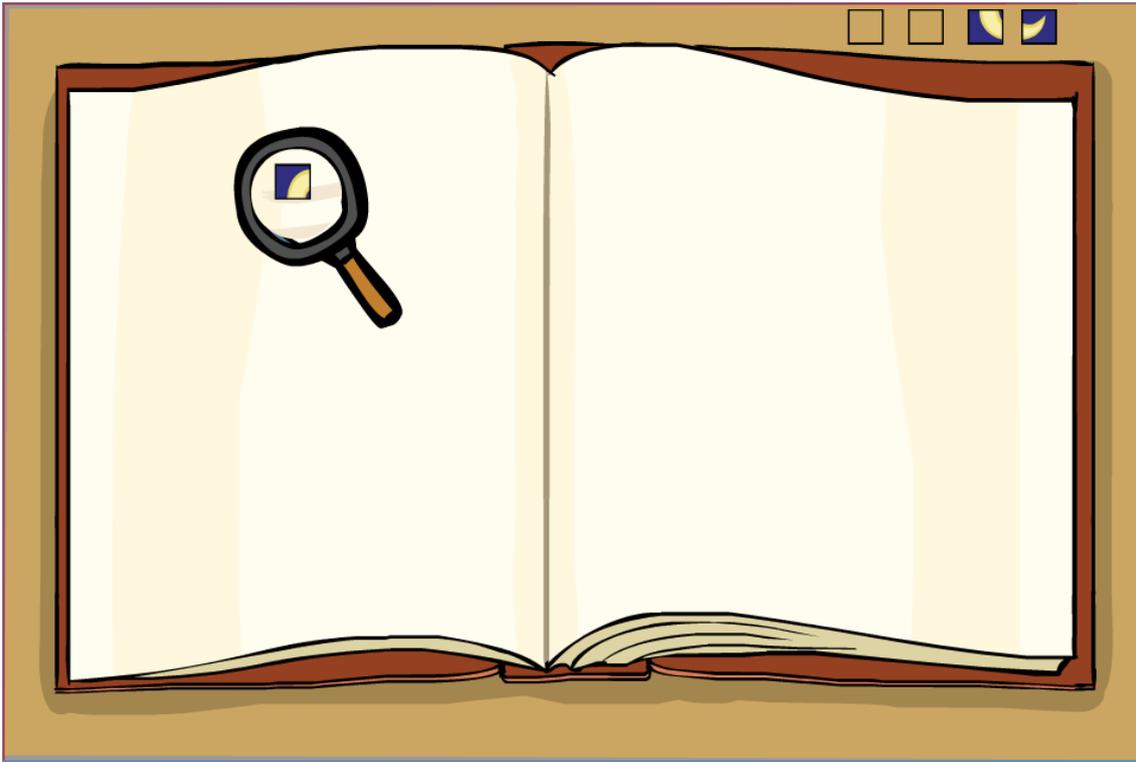


Figura 46: Dinámica Búsqueda de Piezas

La Figura 46 muestra una dinámica donde el jugador tiene que buscar utilizando una lupa unas piezas escondidas en las páginas de un libro. Dichas piezas solo son visibles al jugador cuando pasan la lupa por encima de ellas. El flujo de interacción de esta dinámica está representado en la Figura 47.

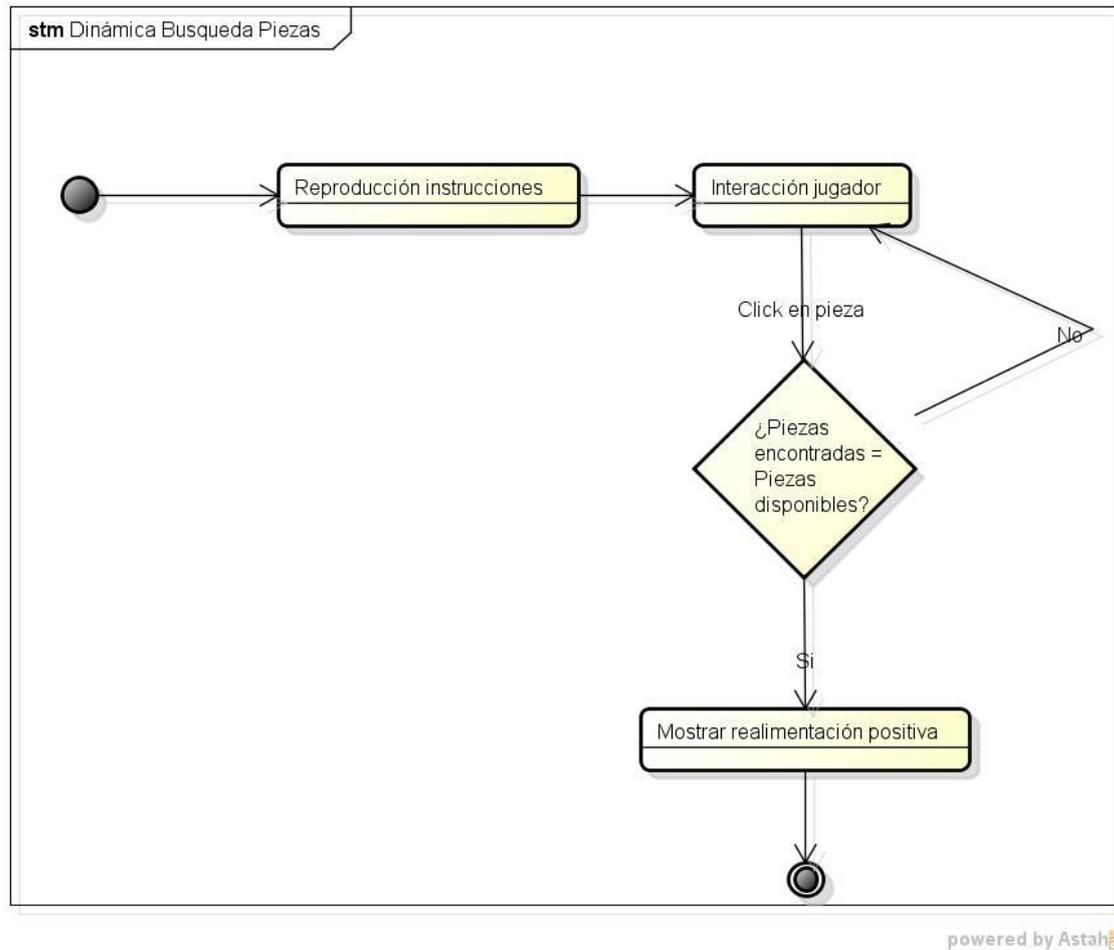


Figura 47: Flujo de interacción de la dinámica Búsqueda de Piezas

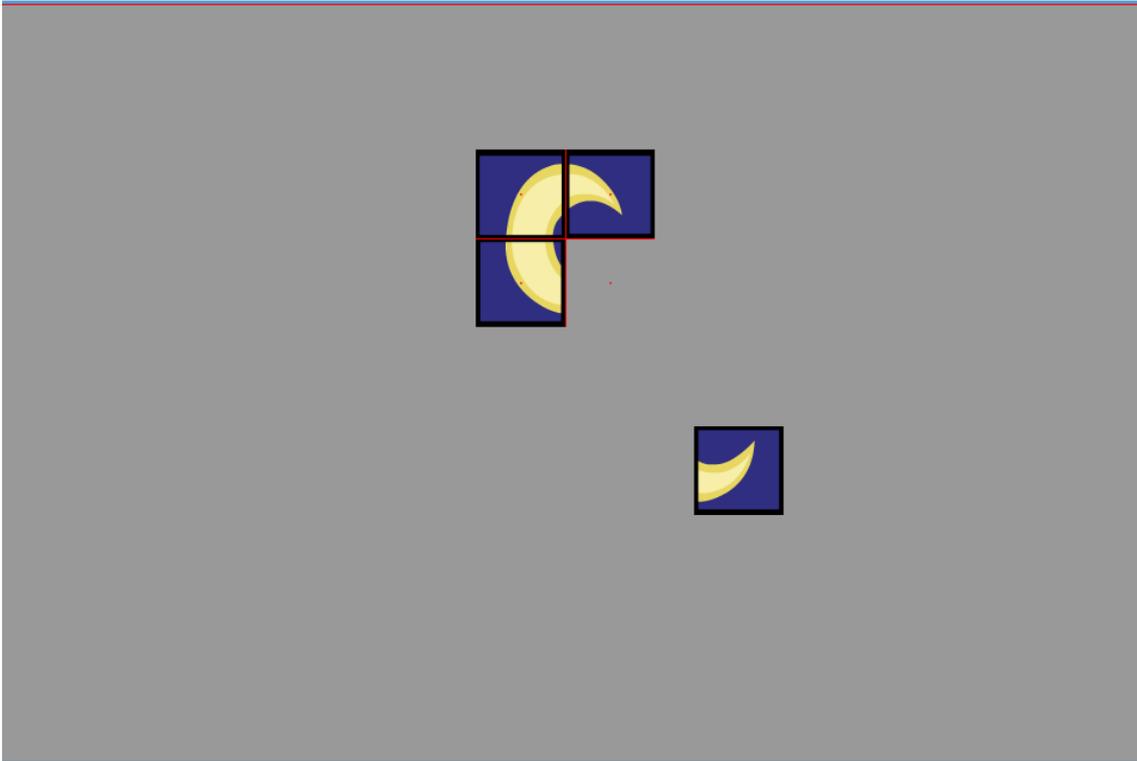
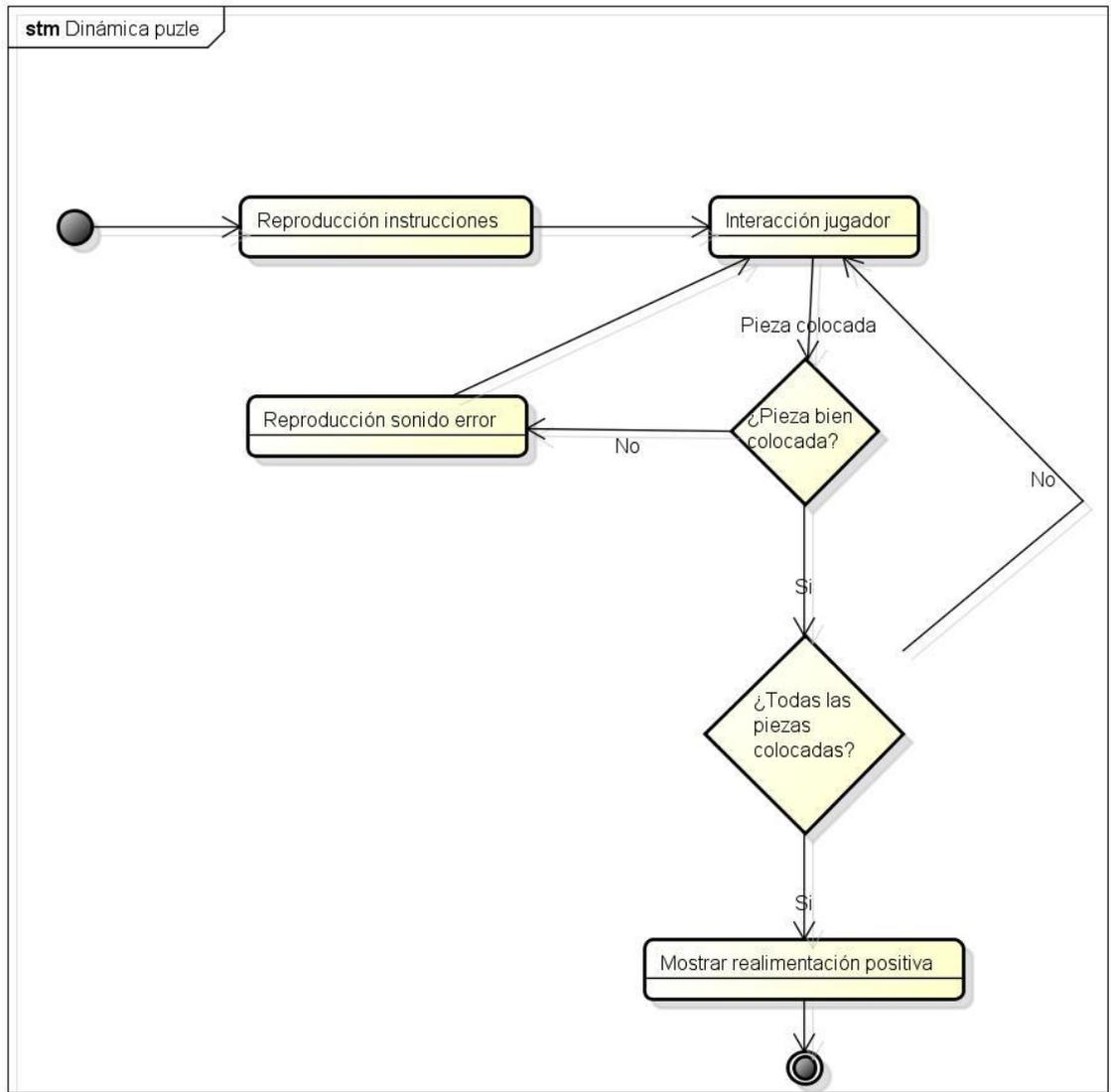


Figura 48: Dinámica Puzle

La dinámica mostrada en la Figura 48 consiste en colocar las piezas encontradas en la dinámica anterior de manera que formen el dibujo de una luna. Según el nivel de dificultad se les darán más o menos pistas a los jugadores de la forma que deben construir con las piezas. También se les ofrece un estímulo sonoro cuando la pieza se coloca incorrectamente, de manera que el jugador sepa que ha cometido un error. Esta dinámica esta descrita en la Figura 49



powered by Astah

Figura 49: Flujo de interacción de la dinámica Puzzle

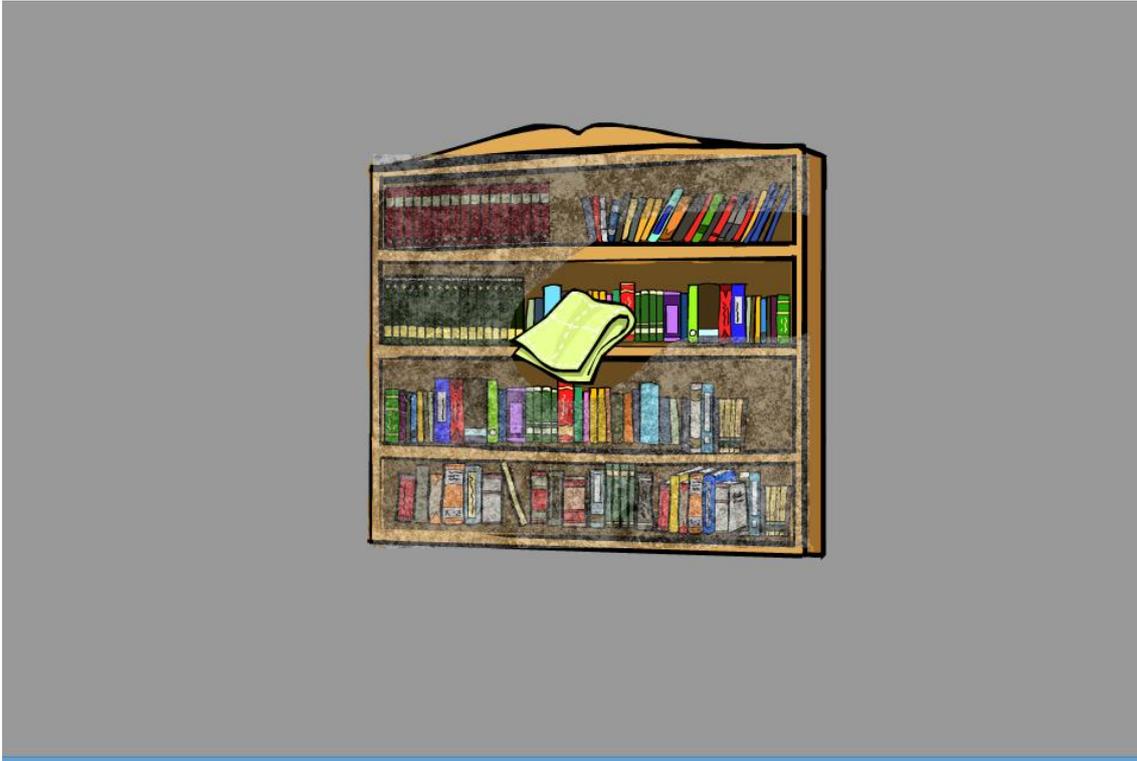


Figura 50: Dinámica Limpieza Estantería

La Figura 50 representa una dinámica donde el jugador tiene que quitar el polvo de una estantería utilizando un trapo que maneja con el ratón.



Figura 51: Dinámica Búsqueda Mapa

La dinámica de la Figura 51 sigue la misma mecánica que la de la búsqueda de piezas del puzle, salvo que en esta ocasión el jugador tiene que conseguir encontrar un mapa escondido en la estantería.

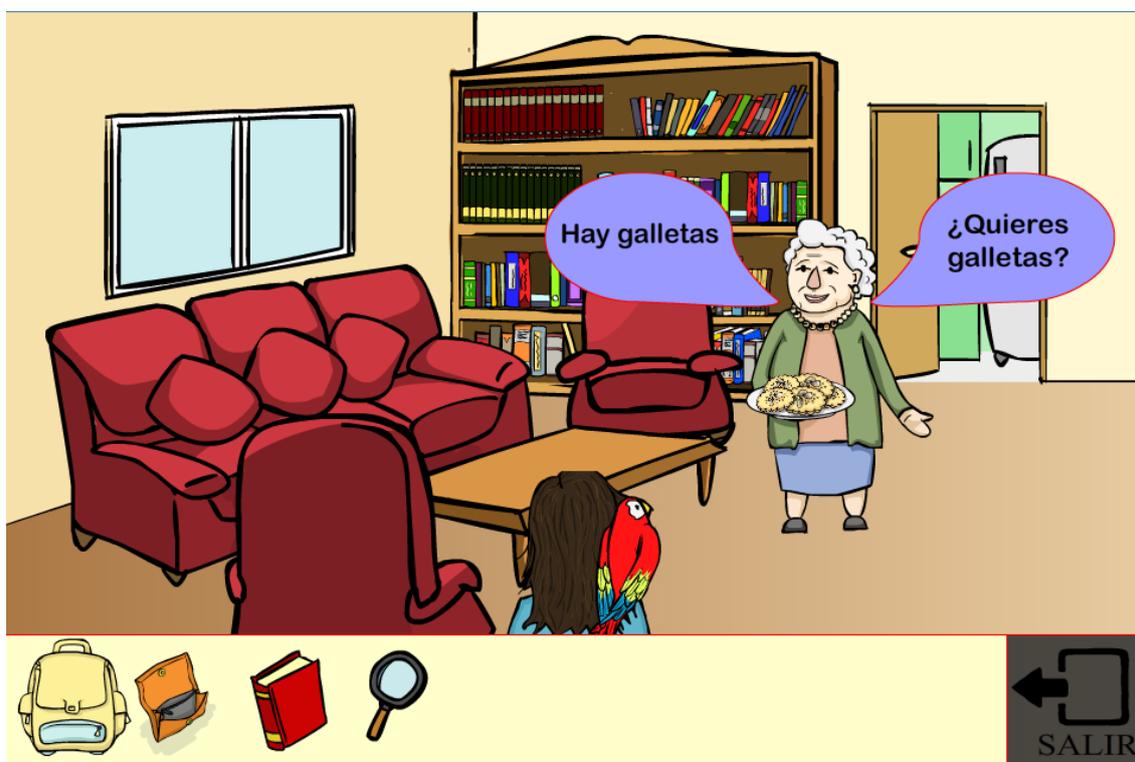


Figura 52: Dinámica Galletas

Por último, la dinámica mostrada en la Figura 52 consiste en que el jugador comprenda la diferencia entre un ofrecimiento (pregunta) y una afirmación (enunciativa), desde el punto de vista del personaje del juego. Aunque tiene el mismo objetivo que las dinámicas de comprensión, no se incluyen en ese apartado porque tiene una mecánica distinta.

3.9.4 Realimentación

Cada actividad ofrece en su resolución una realimentación según los resultados obtenidos por los usuarios en cada actividad. Esto es importante ya que un videojuego debe proponer retos jugables y los jugadores deben ser conscientes de los resultados de su interacción. Sin embargo, debido a las dificultades que presentan los usuarios objetivos, es importante no causarles frustración para que no abandonen el uso del videojuego. Para ello, los errores se tratan de manera positiva. Por un lado, siempre se les permite avanzar independientemente de los resultados, variando únicamente la realimentación mostrada. Por otro lado, a pesar de darles realimentación negativa cuando se equivocan para que sean conscientes del error, esta realimentación se complementa con un refuerzo positivo que les alienta a seguir jugando y no desmoralizarse, haciéndoles ver que cometer un error es algo totalmente normal.



Figura 53: Realimentación positiva



Figura 54: Realimentación negativa

3.10 Pruebas

En este apartado se detallan las pruebas que se han realizado para validar y verificar los requisitos definidos para el videojuego. El proceso de pruebas se muestra en la Figura 55, y el que se sigue para cada caso de prueba que se defina. Ya que se ha seguido una metodología iterativa e incremental, los casos de prueba se definen para cada funcionalidad finalizada en cada iteración y se realizan las pruebas específicas de cada funcionalidad cada vez que se realicen cambios en dicha funcionalidad. Por lo tanto, se definen a continuación los casos de prueba extraídos de los requisitos, casos de uso y definición de las actividades.



Figura 55: Ciclo de desarrollo de las pruebas (Choudhury, 2012)

Los casos de prueba vienen definidos por un identificador, una descripción de la entrada, las precondiciones necesarias si las hay y los resultados esperados al realizar las acciones definidas en la descripción.

ID	CP001
Precondición	Dinámica de comprensión iniciada
Descripción	El sistema inicia la dinámica
Resultado esperado	El jugador puede visualizar las diferentes opciones disponibles a elegir así como un botón de altavoz para volver a escuchar una de las frases. Las frases coinciden con las definidas en la narrativa para esa dinámica.

Tabla 36: CP001

ID	CP002
Precondición	CP001.
Descripción	El jugador pulsa sobre el botón de altavoz de una de las frases.
Resultado esperado	La frase asociada es reproducida sonoramente. La reproducción coincide con el texto mostrado.

Tabla 37: CP002

ID	CP003
Precondición	CP001.
Descripción	El jugador no realiza ninguna acción en 20 segundos.
Resultado esperado	Se reproduce un mensaje de ayuda.

Tabla 38: CP003

ID	CP004
Precondición	CP001.
Descripción	El jugador selecciona la frase correcta.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación positiva, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa

Tabla 39: CP004

ID	CP005
Precondición	CP001.
Descripción	El jugador selecciona la frase incorrecta.
Resultado esperado	Se reproduce un mensaje.

Tabla 40: CP005

ID	CP006
Precondición	CP001. Se han superado el número de errores máximos definidos para esa dinámica.
Descripción	El jugador selecciona la frase incorrecta.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación negativa, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa

Tabla 41: CP006

ID	CP007
Precondición	Dinámica de comprensión iniciada.
Descripción	El sistema reproduce un audio.
Resultado esperado	Diferente color en los elementos de la interfaz.

Tabla 42: CP007

ID	CP008
Precondición	CP007.
Descripción	El jugador pulsa sobre algún elemento de la interfaz.
Resultado esperado	La interacción del jugador no produce ningún efecto

Tabla 43: CP008

ID	CP009
Precondición	Dinámica de producción iniciada. Perfil no lector seleccionado.
Descripción	El sistema inicia la dinámica.
Resultado esperado	El jugador puede visualizar la frase que tiene que grabar. El jugador escucha la frase que tiene que grabar. El texto y la grabación coinciden. El jugador puede escuchar las instrucciones de la dinámica.

Tabla 44: CP009

ID	CP010
Precondición	CP009.
Descripción	El jugador pulsa sobre el botón del micrófono.
Resultado esperado	El jugador visualiza que la grabación está activa y graba la frase.

Tabla 45: CP010

ID	CP011
Precondición	CP010
Descripción	El logopeda o profesor evalúa la frase positivamente.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación positiva, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa.

Tabla 46: CP011

ID	CP012
Precondición	CP010
Descripción	El logopeda o profesor evalúa la frase negativamente.
Resultado esperado	Se reproduce un mensaje.

Tabla 47: CP012

ID	CP013
Precondición	CP010. Se han superado el número de errores máximos definidos para esa dinámica
Descripción	El logopeda o profesor evalúa la frase negativamente.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación negativa, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa.

Tabla 48: CP013

ID	CP014
Precondición	CP009.
Descripción	El jugador pulsa sobre el botón del altavoz.
Resultado esperado	La frase asociada es reproducida sonoramente. La reproducción coincide con el texto mostrado.

Tabla 49: CP014

ID	CP015
Precondición	Dinámica de producción iniciada. Perfil lector seleccionado.
Descripción	El sistema inicia la dinámica.
Resultado esperado	El jugador puede visualizar la frase que tiene que grabar. El jugador puede escuchar las instrucciones de la dinámica.

Tabla 50: CP015

ID	CP016
Precondición	CP015.
Descripción	El jugador pulsa sobre el botón del micrófono.
Resultado esperado	El jugador visualiza que la grabación está activa y graba la frase.

Tabla 51: CP016

ID	CP017
Precondición	CP016.
Descripción	El logopeda o profesor evalúa la frase positivamente.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación positiva, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa.

Tabla 52: CP017

ID	CP018
Precondición	CP016.
Descripción	El logopeda o profesor evalúa la frase negativamente.
Resultado esperado	Se reproduce un mensaje.

Tabla 53: CP018

ID	CP019
Precondición	CP016. Se han superado el número de errores máximos definidos para esa dinámica.
Descripción	El logopeda o profesor evalúa la frase negativamente.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación negativa, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa.

Tabla 54: CP019

ID	CP020
Precondición	Dinámica Búsqueda de Piezas iniciada
Descripción	El sistema inicia la dinámica
Resultado esperado	El jugador visualiza las páginas de un libro y una lupa sobre las páginas.

Tabla 55: CP020

ID	CP021
Precondición	CP020.
Descripción	El jugador mueve la lupa con el ratón
Resultado esperado	El jugador visualiza a través de la lupa un contenido diferente al que se ve a simple vista.

Tabla 56: CP021

ID	CP022
Precondición	CP020. La lupa muestra una pieza.
Descripción	El jugador pulsa sobre la pieza
Resultado esperado	La pieza desaparece del libro

Tabla 57: CP022

ID	CP023
Precondición	CP020. Se han recogido 3 piezas. La lupa muestra una pieza.
Descripción	El jugador pulsa sobre la pieza.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación positiva, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa.

Tabla 58: CP023

ID	CP024
Precondición	Dinámica Puzle iniciada
Descripción	El sistema inicia la dinámica
Resultado esperado	El jugador visualiza las piezas de un puzle y un tablero para colocarlas.

Tabla 59: CP024

ID	CP025
Precondición	CP024.
Descripción	El jugador arrastra una pieza hacia el hueco correcto del tablero.
Resultado esperado	La pieza se coloca en el hueco

Tabla 60: CP025

ID	CP026
Precondición	CP024.
Descripción	El jugador arrastra una pieza hacia el hueco incorrecto del tablero.
Resultado esperado	El jugador escucha un sonido de error

Tabla 61: CP026

ID	CP027
Precondición	CP024. 3 piezas colocadas correctamente en el tablero.
Descripción	El jugador arrastra una pieza hacia el hueco correcto del tablero.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación positiva, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa.

Tabla 62: CP027

ID	CP028
Precondición	Dinámica Limpieza iniciada
Descripción	El sistema inicia la dinámica
Resultado esperado	El jugador visualiza una estantería con polvo por encima.

Tabla 63: CP028

ID	CP029
Precondición	CP028.
Descripción	El jugador arrastra el trapo sobre la estantería hasta quitar todo el polvo.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación positiva, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa.

Tabla 64: CP029

ID	CP030
Precondición	Dinámica Búsqueda Mapa iniciada
Descripción	El sistema inicia la dinámica
Resultado esperado	El jugador visualiza una estantería y una lupa sobre la misma.

Tabla 65: CP030

ID	CP031
Precondición	CP030. Mapa visible
Descripción	El jugador pulsa sobre el mapa.
Resultado esperado	Se muestra una realimentación positiva, ya sea visual o sonoramente, según se haya definido en la narrativa.

Tabla 66: CP031

ID	CP032
Precondición	El jugador se encuentra en la pantalla de configuración
Descripción	El jugador pulsa sobre el botón de “Comenzar juego”
Resultado esperado	El jugador observa la cinemática inicial.

Tabla 67: CP032

ID	CP033
Precondición	El jugador se encuentra en la pantalla de configuración. Se debe haber llegado a esta pantalla desde el juego pulsado el botón “Salir”.
Descripción	El jugador pulsa sobre el botón de “Continuar juego”
Resultado esperado	El juego vuelve al escenario desde donde se salió.

Tabla 68: CP033

ID	CP034
Precondición	CP032 o CP033
Descripción	Se ha seleccionado un avatar en la pantalla de configuración.
Resultado esperado	El avatar que se muestra en el juego debe coincidir con el elegido por el jugador.

Tabla 69: CP034

ID	CP035
Precondición	CP032 o CP033
Descripción	Se ha elegido un nivel de dificultad y un perfil lector en la pantalla de configuración.
Resultado esperado	Las dinámicas deben adaptarse al nivel y perfil lector elegido por el jugador según se especifica en la narrativa del juego.

Tabla 70: CP035

ID	CP036
Precondición	El juego debe estar iniciado
Descripción	El jugador pulsa sobre el botón de “Salir”
Resultado esperado	Se muestra al jugador la ventana de configuración.

Tabla 71: CP036

ID	CP037
Precondición	El juego debe estar iniciado. El juego no debe estar reproduciendo ningún audio ni dinámica.
Descripción	El jugador pulsa sobre un objeto del inventario.
Resultado esperado	El juego debe ejecutar la acción asociada descrita en la narrativa, si la hay.

Tabla 72: CP037

ID	CP038
Precondición	El juego debe estar iniciado. El juego no debe estar reproduciendo ningún audio ni dinámica.
Descripción	El jugador pulsa sobre un objeto del escenario.
Resultado esperado	El juego debe ejecutar la acción asociada descrita en la narrativa, si la hay.

Tabla 73: CP038

3.10.1 Menú de depuración

Un menú de depuración es una funcionalidad de un juego que los desarrolladores utilizan para probar un juego y que por lo general puede permitir hacer acciones no disponibles en el juego real. Este tipo de menús son útiles ya que permiten modificar en cualquier punto del juego diferentes opciones del mismo, pudiendo realizar más fácilmente las pruebas diseñadas.

En el videojuego se ha añadido un menú que permite acceder directamente a varios escenarios del juego sin tener que comenzar desde el principio. Este menú solo está accesible desde la pantalla de configuración y será eliminado de la versión final del juego.

Videojuego para la mejora de la prosodia en personas con discapacidad intelectual



Figura 56: Menú de depuración

Capítulo 4 Test de usabilidad

En este capítulo se describe el test de usabilidad realizado para comprobar la eficacia de las decisiones tomadas en relación con la interfaz de usuario, ya que este aspecto es fundamental para la correcta utilización del videojuego por las personas con discapacidad intelectual. También se exponen los resultados obtenidos en los tests y las conclusiones sacadas de esos resultados, así como una lista de posibles mejoras de la interfaz.

4.1 Descripción del test

Para la realización del test se han utilizado métodos de evaluación objetivos y subjetivos. Por un lado, el propio videojuego recoge datos automáticos de la interacción del jugador con el juego. Por otro lado, al finalizar la sesión de juego se le realiza al jugador un cuestionario sobre aspectos generales de la usabilidad y se complementa con las observaciones que los evaluadores recogen durante la prueba. Además, al finalizar la prueba se recogen las opiniones de los logopedas o profesores que se dedican a la educación especial. Todas las pruebas se hacen presencialmente en el lugar donde realizan su actividad educativa las personas con discapacidad intelectual que realizan la prueba del videojuego.

En total se han realizado las pruebas a 14 jóvenes con síndrome de Down y a 5 con discapacidad intelectual no Down. Estas pruebas se han realizado en la *Escuela Especial el Niu* (Barcelona), en la *Fundación Aura* (Barcelona) y en el *Colegio de Educación Especial El Pino de Obregón* (Valladolid). Además, se han realizado las pruebas a 5 niños de entre 6 y 9 años y a 4 personas adultas. Estas últimas pruebas se realizan sólo con el objetivo de comparar los resultados obtenidos en los registros que el juego recoge automáticamente y observar si hay diferencias significativas en el uso del videojuego por diferentes perfiles de jugadores: niños (N), adultos (A), síndrome de Down (SD) y discapacidad intelectual no Down (NSD).

Hay que resaltar que el objetivo de la prueba es comprobar la eficacia de algunas decisiones tomadas en relación a la interfaz de usuario y las dinámicas definidas, por lo que durante las pruebas realizadas a personas con discapacidad intelectual, el evaluador ofrecía ayuda para la resolución de algunas actividades o si el usuario se quedaba bloqueado en algún punto del juego. Por lo tanto, los resultados mostrados no se pueden interpretar de forma absoluta, sino que más bien sirve para complementar los métodos subjetivos desarrollados.

4.2 Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos por el registro automático que realiza el juego. Primero se presentan los tiempos de juego globales y después se especifican los datos más significativos por cada tipo de dinámica (Ver Tipos de , página

61). Todos estos datos están definidos para los cuatro tipos de usuario, de manera que se puedan evidenciar las diferencias entre unos y otros.

4.2.1 Datos recogidos por el juego

Perfil usuario	Nº jugadores por perfil	Tiempo medio de juego	Desviación estándar
Niños	5	15,28	1,41
Adultos	4	14,68	1,31
SD	14	23,36	6,09
NSD	5	17,53	2,17

Tabla 74: Tiempo medio total de juego (minutos)

En la Tabla 74 se muestran el número de usuarios que han realizado la prueba y los tiempos totales de juego. Se puede observar como los adultos realizan el juego más rápido, aunque prácticamente tardan el mismo tiempo que los niños. Esto se debe a que el juego no ofrece un reto jugable a ninguno de estos tipos de usuarios, por lo que el juego se realiza sin interrupciones. Los jugadores con discapacidad intelectual no Down realizan el juego más lento que las personas sin discapacidad, pero el tiempo es similar a los anteriores. La gran diferencia se encuentra en las personas con síndrome de Down, donde el tiempo de juego es bastante superior que en las personas sin discapacidad. El problema de este dato es la alta desviación estándar existente, debida principalmente a la heterogeneidad de las personas con síndrome de Down, ya que tienen características concretas que pueden hacer variar los tiempos de respuesta (mutismo selectivo, atrofia muscular), lo que hace que el tiempo de resolución varíe bastante de un jugador a otro. Por lo tanto, más que comparar los tiempos totales de cada tipo de usuario, el análisis de estos datos lleva a pensar en que las personas con discapacidad tienen más dificultad para resolver los retos que ofrece el videojuego que las personas sin discapacidad.

DINÁMICAS COMPRENSIÓN

Perfil usuario	Tiempo(m)	Errores	Clicks altavoz	Ayudas sonoras	Clicks incorrectos
Niños	1,88	0,04	0,15	0	1,15
Adultos	1,84	0,05	0	0,05	0
SD	2,78	0,21	0,36	0,11	0,04
NSD	2,75	0,27	0,19	0,15	0,12

Tabla 75: Datos de resolución de las dinámicas de comprensión

La Tabla 75 representa los datos obtenidos en las dinámicas de comprensión. Esta tabla contiene datos, en media, del tiempo de resolución en minutos, los errores cometidos (elección de la frase incorrecta en la conversación), los clicks en el botón del altavoz (para escuchar de nuevo una frase), las ayudas sonoras reproducidas (las que se reproducen cuando el usuario tarda un tiempo determinado en realizar alguna acción) y los clicks que se realizan sobre la interfaz cuando no está habilitada esta interacción (cuando se está reproduciendo un audio). Como se puede observar, los tiempos de resolución difieren en casi un minuto entre personas con discapacidad y personas sin

discapacidad. Además, se observa muy poca diferencia entre personas con síndrome de Down y personas con discapacidad intelectual pero sin síndrome de Down, ya sea en el tiempo de resolución o en el número de errores cometidos. También es significativo el dato de las ayudas sonoras reproducidas, que se reproducen más en las personas con discapacidad ya que su tiempo de reacción es mayor. Por último, es destacable el número de clicks incorrectos que realizan los niños. Esto es debido a que las ayudas sonoras son muy numerosas y repetitivas, algo que no es perjudicial para las personas con discapacidad, pero que ralentiza el juego y hace que los niños se impacienten al querer avanzar y no poder hasta que acaban los audios.

DINÁMICAS PRODUCCIÓN					
Tipo usuario	Tiempo(m)	Errores	Clicks altavoz	Ayudas sonoras	Clicks incorrectos
Niños	3,13	0,03	0,03	0	0,83
Adultos	2,94	0,03	0	0	0,03
SD	5,32	0,61	0,54	0,23	0,30
NSD	3,99	0,5	0,16	0	0,56

Tabla 76: Datos de resolución de las dinámicas de producción

La Tabla 76 representa los datos obtenidos en las dinámicas de producción. Las variables representadas son las mismas que representa la Tabla 75. Aquí se vuelve a observar que los tiempos son mayores en las personas con discapacidad pero con más diferencias que en las dinámicas de comprensión, debido a que el número de errores es más alto. Cabe destacar que el dato del número de errores es subjetivo, ya que la decisión de si el jugador ha realizado bien la dinámica la tomaba el evaluador según su criterio. Aun así se puede observar que el número de errores es mucho mayor en las personas con discapacidad, debido a las dificultades en el habla que tiene esta población. También es significativo el número de clicks en el altavoz que realizaron las personas con síndrome de Down, debido a que alguno de ellos tenía problemas de lectura y les reforzaba para la grabación el poder escuchar la frase de nuevo. Otros sin embargo confundían el botón del altavoz con el micrófono para comenzar la grabación. En estas dinámicas se vuelve a repetir el dato del número de clicks incorrectos en los niños, pero sube mucho en las personas con discapacidad debido a que no interpretan bien cuando tienen que comenzar la grabación o intentan comenzar la grabación antes de que acaben las instrucciones sonoras.

DINÁMICA BUSQUEDA DE MAPA	
Tipo usuario	Tiempo(m)
Niños	0,33
Adultos	0,19
SD	0,93
NSD	0,40

DINAMICA LIMPIEZA	
Tipo usuario	Tiempo(m)
Niños	0,32
Adultos	0,36
SD	0,56
NSD	0,36

Tabla 77: Datos de resolución de la dinámica Búsqueda de Mapa y Limpieza

La Tabla 77 muestra el tiempo medio (minutos) que tarda cada tipo de usuario en realizar la dinámica de buscar un mapa en una estantería y la de limpiar dicha estantería. Como se puede observar en dichas tablas, los jugadores con Síndrome de Down tardan más en realizar ambas dinámicas, sobre todo la de la búsqueda del mapa. Los tiempos de la dinámica de la limpieza de las estantería están más igualados debido a que dicha dinámica exige eliminar cada mota de polvo existente, lo que provoca que a veces queden partes sin limpiar de son difíciles de ver, por lo que a veces se ralentiza la consecución de esta dinámica.

DINAMICA GALLETAS		
Tipo usuario	Tiempo(m)	Errores
Niños	0,43	0,2
Adultos	0,38	0
SD	0,50	0,29
NSD	0,50	0,4

Tabla 78: Datos de resolución de la dinámica Galletas

En la Tabla 78 se muestra la media de los tiempos de resolución (minutos) y del número de errores. En esta dinámica no existe mucha diferencia entre los tiempos de todos los tipos de usuario ni tampoco entre los errores, con la excepción de los adultos que no cometieron ninguno. Esto se puede deber a que la dinámica está planteada de forma confusa, ya que los jugadores no tienen que seleccionar la opción que ellos dirían como en anteriores dinámicas, si no que tienen que responder desde el punto de vista de un personaje del juego. Esto hace que no quede claro el objetivo de la dinámica y algunos jugadores se equivoquen en la respuesta.

DINÁMICA BUSQUEDA PIEZAS						
Tipo usuario	Tiempo(m)	Tiempo pieza 1	Tiempo pieza 2	Tiempo pieza 3	Tiempo pieza 4	Tiempo entre piezas
Niños	0,83	0,18	0,38	0,62	0,76	0,19
Adultos	0,49	0,17	0,26	0,34	0,42	0,08
SD	1,68	0,41	0,79	1,08	1,61	0,40
NSD	0,84	0,30	0,48	0,61	0,77	0,16

Tabla 79: Datos de resolución de la dinámica de Búsqueda de Piezas

La Tabla 79 muestra el tiempo medio total, el que tardan en encontrar cada pieza y el tiempo medio entre piezas de la dinámica de la búsqueda de piezas (minutos), donde el jugador tiene que buscar las piezas de un puzle que están escondidas en un libro, utilizando para ello una lupa. Aquí se vuelve a observar el mayor tiempo que tardan los jugadores con síndrome de Down en completar la dinámica al igual que el tiempo medio entre piezas encontradas, lo que es síntoma de los déficits en las funciones ejecutivas de control, y más concretamente con el control inhibitorio de la respuesta, que es lo que te permite no dar una respuesta o dejar de darla si no es adecuada (Daunhauer, Fidler, Hahn, Will, Lee, & Hepburn, 2014).

DINÁMICA PROSODIA			
Tipo usuario	Tiempo(m)	Repeticiones frase	Repeticiones tarareo
Niños	1,66	0,2	0
Adultos	1,73	0,25	0,25
SD	1,65	0,36	0,36
NSD	1,50	0,5	0,25

Tabla 80: Datos de resolución de la dinámica de prosodia

En la Tabla 80 se pueden observar los datos relativos a la dinámica de prosodia. En esta dinámica se han observado numerosos problemas de usabilidad, tanto en su desarrollo como en su interfaz. La curva melódica propuesta es demasiado exigente para poder seguirla en tiempo real y además los valores máximos y mínimos de la frecuencia fundamental son variables a cada usuario, por lo que es necesaria una adaptación de los mismos para poder realizar la dinámica con más precisión. Por otro lado, la realización de la dinámica basada en el tarareo de la frase provoca mucha confusión en todos los jugadores, tengan discapacidad o no, ya que es complicado recordar la frase tarareada una vez comienza la grabación. Además, los jugadores no entienden correctamente cuando tienen que comenzar la grabación, ya que no existen elementos en la interfaz para representar ese comienzo. Por lo tanto, los datos recogidos para esta dinámica no son significativos y es necesario realizar una revisión al completo de dicha dinámica.

DINAMICA PUZZLE		
Tipo usuario	Tiempo(m)	Errores
Niños	0,43	0
Adultos	0,39	0
SD	0,90	1,79
NSD	0,64	0,8

Tabla 81: Datos de resolución de la dinámica Puzzle

Por último, la Tabla 81 muestra la media de los tiempos (minutos) y los errores de la dinámica donde los jugadores deben montar un puzzle. Además de cumplirse la tendencia de todas las dinámicas, donde los jugadores con discapacidad tardan más tiempo en realizar la dinámica, existe un dato significativo que es el del número de errores, entendiendo estos como la incorrecta colocación de una pieza del puzzle. Se puede observar como los usuarios sin discapacidad intelectual no comenten ningún error a la hora de montar el puzzle, pero los jugadores con discapacidad intelectual, y especialmente los jugadores con síndrome de Down, comenten muchos errores hasta que consiguen montar el puzzle correctamente. Las personas con síndrome de Down tienen dificultades con el procesamiento de la información, ya que en esta población los dos tipos de procesamiento, local y global, parecen estar disociados (es decir, la capacidad de unir piezas de información en un todo, o la capacidad inversa, segmentar una información global en piezas). Además, estas personas suelen tener un sesgo hacia el procesamiento global de la información, sin procesar e integrar adecuadamente los

Los resultados obtenidos se muestran a continuación. Sólo se muestran los resultados de las preguntas cuantificables, las demás respuestas han sido tenidas en cuenta para las conclusiones.

Pregunta	Niños		SD		NSD	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	5	0	13	1	5	0
2	5	0	11	3	3	2
4	4	1	13	1	5	0
5	4	1	12	2	5	0
6	5	0	9	5	2	3
7	4	1	11	3	5	0
8	4	1	12	2	3	2
10	4	1	13	1	5	0
11	4	1	9	5	3	2
12	3	2	11	3	4	1
16	5	0	12	2	5	0

Tabla 82: Resultados cuestionario preguntas Si/No

La Tabla 82 muestra las respuestas de cada grupo de usuarios entrevistados tras la prueba del videojuego. En general a los jugadores les gustan los videojuegos y habían jugado a videojuegos antes de la prueba. También manifestaban que les había gustado probar el juego y que les gustaría continuar la historia en otro momento. También hay bastante unanimidad en relación al asistente del juego y la posibilidad de hablar con los personajes que se encuentra el jugador en el desarrollo del juego. La mayoría creía haber aprendido algo del juego aunque no sabían manifestar que exactamente. Por último, la mayoría se sentían satisfechos con los gráficos de los personajes y escenarios del juego.

Donde existe menos consenso es en el entendimiento de la historia y en la personalización del avatar del juego por parte de los jugadores con discapacidad intelectual. Con respecto a la historia, estos jugadores tienen serios problemas para memorizar y comprender el contexto general de la historia que desarrolla el videojuego, y solo recuerdan detalles sueltos como los objetos que han conseguido, algún personaje que se han encontrado o algún escenario específico. Por otro lado, la personalización del avatar de juego más allá de la elección entre 4 posibilidades se planteaba como una manera de mejorar la inmersión del jugador, aunque se ha observado que no es una funcionalidad requerida por estos tipos de jugadores.

Pregunta	Niños		SD		NSD	
	Opcion1	Opcion2	Opcion1	Opcion2	Opcion1	Opcion2
13	4	1	12	2	5	0
14	5	0	11	3	5	0
15	3	2	4	10	2	3

Tabla 83: Resultados cuestionario preguntas 13,14,15

En la Tabla 83 se muestran las respuestas referentes a las preguntas sobre el aspecto lúdico, la dificultad y la duración del juego. Existe bastante unanimidad en afirmar que

el juego es divertido y fácil, con algunas excepciones en los jugadores con Síndrome de Down. Pero también es muy evidente que el juego se hace largo a los jugadores con discapacidad intelectual, Down o no.

4.3 Conclusiones y mejoras

Analizando tanto los datos registrados automáticamente por el juego, los cuestionarios y las observaciones recogidas por los evaluadores se han sacado una serie de conclusiones sobre la usabilidad del videojuego, que sirven de base para proponer algunas mejoras. Estas mejoras se exponen a continuación, ordenadas de mayor a menor prioridad.

- Instrucciones en las dinámicas: Las instrucciones integradas en las dinámicas pueden hacerse repetitivas según avanza el juego, por lo que sería recomendable acortarlas y tener más flexibilidad a la hora de proporcionarlas. Además, las ayudas sonoras que se reproducen cuando el jugador no hace nada durante un tiempo determinado saltan demasiado rápido, ya que se ha observado que los jugadores necesitan más tiempo que el definido para analizar la actividad y resolverla.
- Dinámicas comprensión: El botón del altavoz confunde a los jugadores ya que lo pulsan con la intención de seleccionar una de las frases. Tampoco comprenden bien que pueden escuchar la frase otra vez. Una solución sería cambiar la posición del botón del altavoz y mejorar la interfaz de los carteles de manera que sea más evidente donde tiene que pulsar el jugador para seleccionar una de las opciones.
- Dinámicas producción: Algunos jugadores comienzan a hablar antes de pulsar el botón del micrófono, o pulsan el botón del altavoz para grabar. Hay que mejorar las instrucciones de esa dinámica y añadir refuerzos visuales a la vez que se reproducen las instrucciones sonoras.
- Dinámica prosodia: A los jugadores les resulta difícil identificar el objetivo de esta dinámica, ya que no comprenden bien que ellos están moviendo el objeto por la pantalla con su voz y no aprecian las diferencias en el movimiento según la entonación que utilicen. Tampoco entienden cuando tienen que empezar a hablar. Se propone añadir un botón de grabar similar al utilizado en las dinámicas de producción, reducir el número de repeticiones de la frase antes de que el jugador hable, simplificar la frase que tienen que reproducir los jugadores y adaptar el algoritmo de extracción de pitch para cada jugador.
- Dinámica Búsqueda de Piezas: Las piezas que el jugador tiene que buscar son demasiado pequeñas y algunos jugadores, especialmente los que tienen Síndrome de Down, tiene dificultades para encontrarlas. Se propone agrandar el tamaño de las piezas para que sean más sencillas de encontrar, ofrecer ayudas visuales y sonoras sobre la zona aproximada donde se encuentran las piezas si el jugador tarda mucho en encontrarlas y proporcionar alguna ayuda sonora si el jugador está cerca una pieza. Estas ayudas se pueden proporcionar de manera diferente según el nivel de dificultad del juego. Además, para aumentar la

rejugabilidad, se propone posicionar las piezas aleatoriamente cada vez, de manera que el jugador que vuelva a jugar al juego no sepa donde se encuentra exactamente.

- **Dinámica Limpieza Estantería:** Esta dinámica es demasiado exigente en cuanto a que se deben eliminar todo el polvo de la estantería. Esto provoca que en ocasiones queden zonas sin limpiar pero muy pequeñas para poder verse a simple vista, lo que dificulta la conclusión de esta dinámica. Se propone reducir esta exigencia debiendo limpiar, por ejemplo, el 90% del polvo.
- **Dinámica Búsqueda Mapa:** Algunos jugadores tiene problemas para localizar el mapa por los mismos problemas de la dinámica Búsqueda de Piezas. Por eso, se propone proporcionar ayudas visuales que ayuden al jugador a encontrar el mapa en un tiempo determinado. La posición del mapa también cambiaría de una partida a otra, al igual que en la dinámica Búsqueda de Piezas.
- **Realimentación:** Se propone añadir más variedad a la realimentación tras finalizar una dinámica, de manera que no se proporcione siempre el mismo mensaje. Además, sería recomendable añadir una realimentación para los casos que los jugadores superen la dinámica pero habiendo cometido algún fallo, de manera que se distingan los diferentes resultados obtenidos en las dinámicas.
- **Modo pausa:** Se propone añadir una opción de pausa al juego para que los jugadores puedan abandonar el juego y reanudarlo después si lo desean.
- **Cinemática inicial y narrativa:** La cinemática inicial se reproduce al principio del juego es demasiado larga y no sirve para asentar los conceptos relevantes de la historia en los jugadores. Por ello, es recomendable acortarla y repetir los conceptos más de una vez para reforzar la comprensión y la memoria. Por otro lado, la mayoría de los jugadores con discapacidad intelectual han expresado que el juego se les hace largo, por lo que sería recomendable acortar los niveles del juego para no provocar agotamiento en los jugadores y que se aprovechen mejor las sesiones de juego.

Todas estas mejoras se introducirán en una versión nueva del videojuego, y posteriormente se realizarán de nuevo los test para comprobar su eficacia. Por otro lado, durante el transcurso de las pruebas se han observado algunas deficiencias o cosas mejorables a tener en cuenta para la realización de más test de usabilidad con personas con discapacidad intelectual. Estas personas tienen muchas dificultades para expresar sus ideas y sentimientos, por lo que les resultaba complicado responder a las preguntas del cuestionario que no eran de elegir entre varias opciones. Por eso, sería conveniente redactar el cuestionario de manera que la mayoría de preguntas fueran de elegir entre opciones, y si es posible proponer solo dos opciones para que el jugador pueda responder más fácilmente.

Capítulo 5 Conclusiones y líneas futuras

En este capítulo se abordan las conclusiones del trabajo realizado tomando como punto de partida los objetivos iniciales del proyecto. También se abordan las líneas futuras con las que continuar el trabajo realizado.

5.1 Conclusiones

El objetivo principal del proyecto era desarrollar una herramienta que permitiera a las personas con discapacidad intelectual, especialmente las personas con síndrome de Down, practicar y mejorar aspectos de la prosodia. Esta herramienta se construyó en forma de videojuego de forma que se pudieran aplicar las ventajas de la gamificación en el aprendizaje (Ver Videojuegos en la educación especial). Debido a las dificultades que tienen las personas con discapacidad para utilizar las nuevas tecnologías, se debía prestar especial atención a la interfaz de usuario, ya que es el mecanismo por donde los jugadores interactúan con el videojuego. Esto no es una tarea sencilla ya que no existen demasiados videojuegos orientados a esta población, por lo que ha sido imprescindible realizar un test de usabilidad con jugadores reales para comprobar la eficacia del diseño del videojuego.

El primer aspecto positivo sacado como conclusiones de la realización del test es que la gran mayoría de los usuarios que realizaron el test permanecieron jugando durante todo el tiempo sin apenas distracciones. Por otro lado, el diseño de las actividades ha sido un éxito, ya que se ha observado que las personas con discapacidad intelectual han encontrado un reto jugable pero sin llegar a producir frustración o aburrimiento. Sin embargo, también es verdad que el test ha sacado a la luz algunos problemas, sobre todo con respecto a la interfaz de usuario, en los que es necesario trabajar para ofrecer una mejor experiencia de juego al jugador. Además, la recepción del videojuego por parte de los logopedas en los centros educativos ha sido muy positiva.

Otro aspecto a destacar es la creación de un motor de juego simple pero que permite la creación de nuevos niveles o incluso la implementación de nuevos videojuegos similares al actual de una forma sencilla y rápida. Esto es posible gracias a la separación realizada en módulos independientes y en la creación de un sistema para gestionar eficientemente la mecánica del juego (Ver Gestión de la narrativa del juego, la clase Storyline.).

También son importantes las muestras de voz recogidas durante los test, que permitirán realizar un análisis en profundidad de los problemas prosódicos y lingüísticos de esta población así como comprobar si el videojuego les ha permitido mejorar en ciertos aspectos del lenguaje. Las observaciones iniciales hacen pensar que los jugadores si

experimentan una mejora cuando realizan repeticiones sobre una misma frase, pero hace falta realizar unas pruebas objetivas que demuestren estas observaciones iniciales.

5.2 Líneas futuras

Una vez concluido el proyecto se plantean las siguientes líneas futuras con las que continuar el trabajo realizado. Este futuro trabajo está relacionado tanto con la exposición de los resultados obtenidos con esta herramienta como con la continuación de la investigación sobre tecnologías, prosodia y discapacidad intelectual.

El trabajo más inmediato consiste en hacer una diseminación de los resultados obtenidos, de manera que el trabajo realizado durante este proyecto pueda servir a otros investigadores para ampliar algunos aspectos poco profundizados en este proyecto o servir como base para la realización de más videojuegos dirigidos a las personas con discapacidad intelectual. Se han definido varias posibles vías para presentar los resultados:

- **Interacción Persona-Computador:** El primer lugar donde se expondrá este trabajo será el congreso *Interacción 2015* (Interacción 2015), que se desarrollará durante los días 7 a 9 de Septiembre en Vilanova i la Geltrú, Barcelona. A este congreso se envió una comunicación y fue aceptada, por lo que será presentado el videojuego en dicho congreso (Corrales Astorgano, Escudero Mancebo, Flores Lucas, González Ferreras, & Gutiérrez González, 2015). Debido a que se trata de un congreso sobre interacción hombre-máquina, en este congreso se expondrán los resultados más relacionados con el diseño de la interfaz de usuario y su relación con la interacción entre los jugadores con discapacidad intelectual y el videojuego.
- **Prosodia y lenguaje:** Se pretende realizar un experimento con las muestras de audio obtenidas durante los test para comprobar si los jugadores mejoraban la producción de las frases propuestas por el juego en las sucesivas repeticiones que tenían que realizar dentro de las dinámicas. Los resultados obtenidos en ese experimento se enviarán al *Speech Prosody 2016* (Speech Prosody 2016), que se desarrollará en Boston, EEUU entre los días 31 de Mayo y 3 de Junio de 2016.
- **Psicología y pedagogía:** Aunque no se han definido objetivos concretos para la publicación de los resultados obtenidos en los ámbitos de la Psicología y la Pedagogía, se entienden que estas ramas del conocimiento podrían ser proclives a aceptar posibles publicaciones.

Por otro lado, de la realización del test de usabilidad también se extrajeron una serie de conclusiones para la mejora de la interacción (Ver Conclusiones y mejoras). Estas mejoras han de ser implementadas en el videojuego para producir una nueva versión que intente eliminar o disminuir al máximo los problemas encontrados. A su vez, esta versión mejorada ha de ser probada de nuevo para comprobar la eficacia de los cambios realizados, por lo que se tendrá que realizar otro test de usabilidad.

Además, se han definido dos niveles adicionales que completan la historia iniciada en el nivel 1 desarrollado en este proyecto. Estos niveles siguen la misma estructura que el nivel ya implementado y contienen el mismo tipo de actividades, añadiendo alguna más de las visuales. Estos niveles serán implementados introduciendo las mejoras extraídas de los test de usabilidad y, debido al diseño de la arquitectura y mecánica del juego, su tiempo de desarrollo se espera sea menor que el tiempo de desarrollo del primer nivel descrito en este proyecto. Unido a esto, una vez finalizado todo el proyecto se espera poder distribuir el producto por centros de enseñanza y asociaciones para que lo utilicen dentro de su programa educativo.

De cara más al medio plazo, se hace necesaria la búsqueda de financiación para poder continuar con el proyecto, ya sea desarrollando más el videojuego actual o desarrollando otros videojuegos con características similares pero utilizando todo lo aprendido y desarrollado para este proyecto. Como posibles vías de financiación se encuentran el programa Horizonte 2020 – TIC (Horizonte 2020), el programa Erasmus plus (Programa Erasmus +) o la Fundación BBVA (Fundación BBVA).

Por último, este proyecto puede ser el punto de partida para la realización de una tesis doctoral, ya que durante el desarrollo del proyecto se ha observado que el desarrollo de aplicaciones educativas y, más concretamente videojuego orientados específicamente para la población con discapacidad intelectual, es un área aún por explorar. Todo esto unido al estudio de la gamificación, la prosodia y el lenguaje o la interacción persona-computador orientado específicamente a esta población abre un camino de posibilidades por donde continuar la investigación. Para la financiación de dicha tesis existen programas de ayuda como las Ayudas para contratos predoctorales de Formación del Profesorado Universitario (FPU) expedidas por el Ministerio de Educación o las Ayudas de contratos predoctorales de personal investigador Junta de Castilla y León.

Anexo 1 Documento de diseño del videojuego

En este apartado se describe el documento de diseño del juego, donde se especificarán diferentes apartados que no están descritos en los apartados de la memoria, pero que complementan la información sobre el videojuego.

Título

La Piedra Mágica

Plataforma de juego

El videojuego está diseñado para ejecutarse como aplicación de escritorio utilizando el entorno de ejecución Adobe AIR y con un tamaño de la ventana de 960x640.

Concepto del juego

La Piedra Mágica es un videojuego en el jugador tendrá que superar una serie de dinámicas y conseguir una serie de objetos con el objetivo de conseguir una piedra mágica con la que restablecer el orden en la ciudad que visita el jugador.

Género

El juego sigue las mecánicas básicas de una aventura gráfica (point and click), incluyendo conversaciones con personajes, obtención y uso de objetos y navegación entre diferentes escenarios.

Propósito y público objetivo

El objetivo del juego es ayudar a personas con Síndrome de Down a mejorar aspectos lingüísticos que tiene afectados por su discapacidad, especialmente los relacionados con la prosodia. Para ello se le ofrecerán a los jugadores diferentes dinámicas orientadas tanto a la mejora de la prosodia como a la realización de otras actividades no relacionadas con el lenguaje que añadan dinamismo al juego. El videojuego tiene como objetivo también el uso de este videojuego en centro de educación especial, de manera que los logopedas o profesores puedan introducirlo en sus actividades educativas.

Mecánica del juego

La mecánica es similar a los juegos clásicos point and click, donde el jugador tiene que usar el ratón para interactuar con los elementos del juego. El jugador se irá moviendo a través de diferentes escenarios donde tendrá que realizar determinadas acciones para poder avanzar al siguiente, como resolver una dinámica o usar un objeto. Como principal novedad, el jugador tendrá que grabar su voz en determinadas dinámicas reproduciendo una frase que se le ofrece, y el logopeda o profesor que acompañe al jugador deberá evaluar dicha grabación para que el jugador continúe o tenga que repetir la dinámica.

Escenarios

El jugador pasará por diferentes escenarios, algunos más de una vez. Los escenarios del juego son los siguientes:

- Casa del jugador: Es donde comienza y acaba el juego. Puede realizarse una panorámica general del escenario pulsando las flechas que se muestran en este escenario.

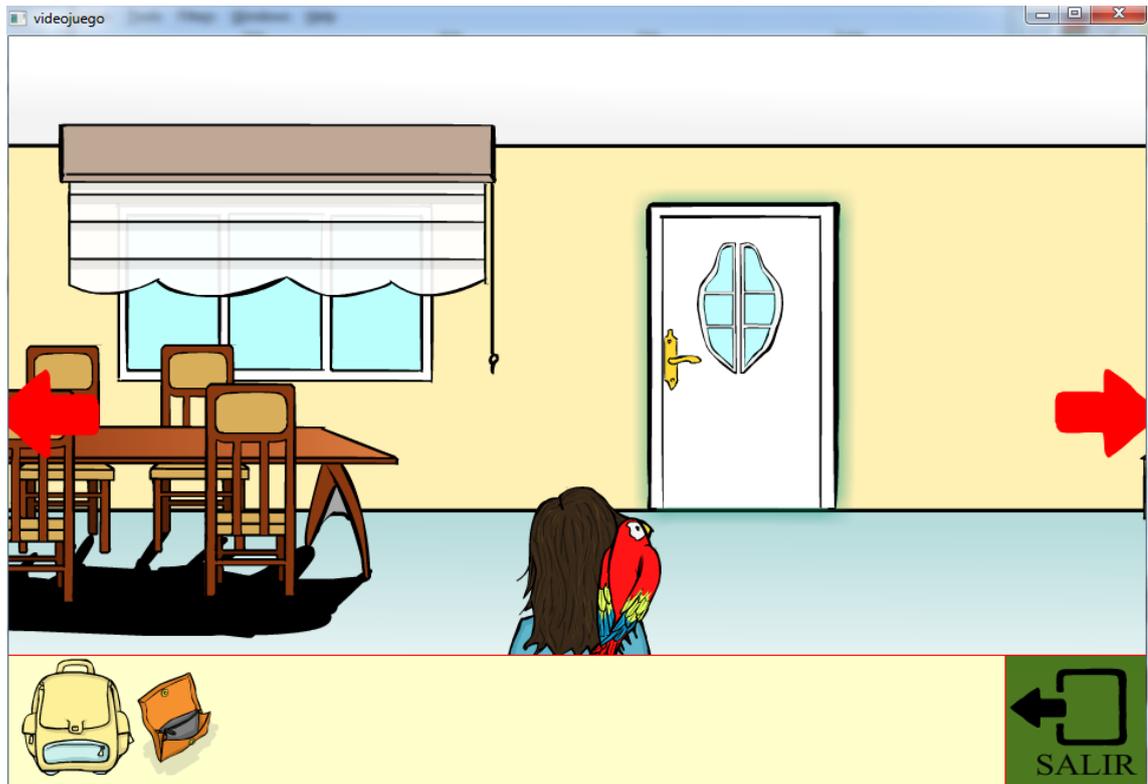


Figura 57: Escenario Casa Jugador

- Casco antiguo: Es donde se encuentra la casa del jugador y la estación de autobuses.



Figura 58: Escenario Casco Antiguo

- Estación de autobuses: Es donde se puede coger el autobús para desplazarse a otros escenarios.

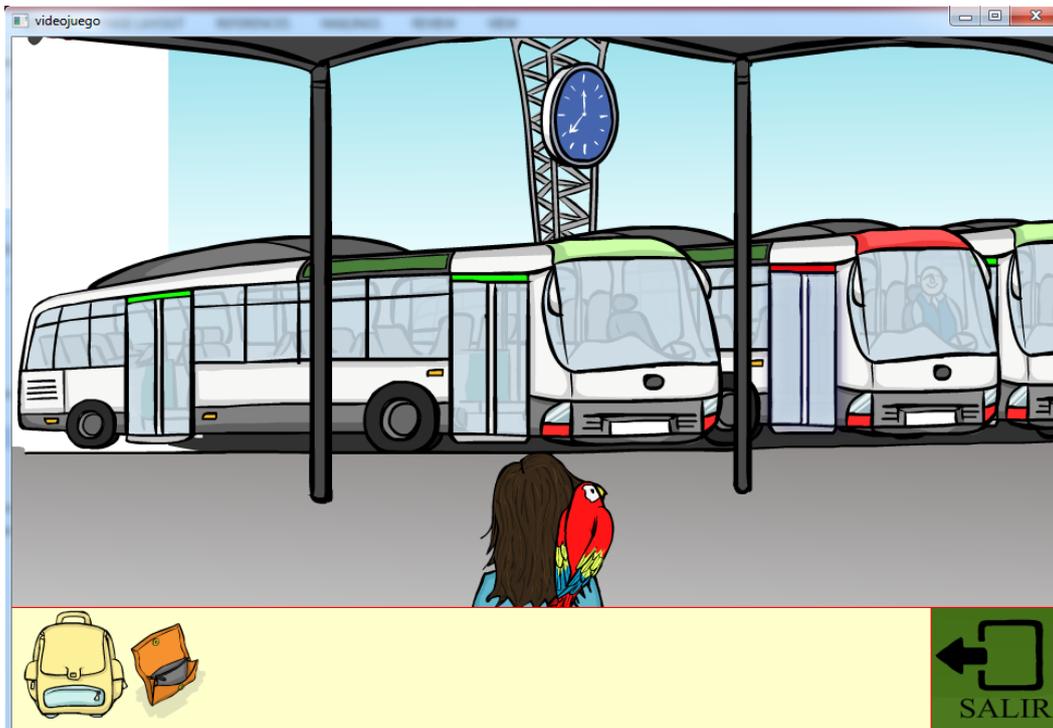


Figura 59: Escenario Estación Buses

- Bus: Este es el escenario que más se repite en el videojuego, ya que es el enlace entre diferentes escenarios. También se desarrollan numerosas dinámicas.



Figura 60: Escenario Bus

- Entrada de la biblioteca: Es el escenario desde donde se accede a la biblioteca.



Figura 61: Escenario Entrada Biblioteca

- Biblioteca: En este escenario el jugador se encuentra con el personaje de Juan y conseguirá el libro de historia.



Figura 62: Escenario Biblioteca

- Estantería de la biblioteca: En este escenario el jugador conseguirá el libro de historia de la estantería que tiene enfrente.

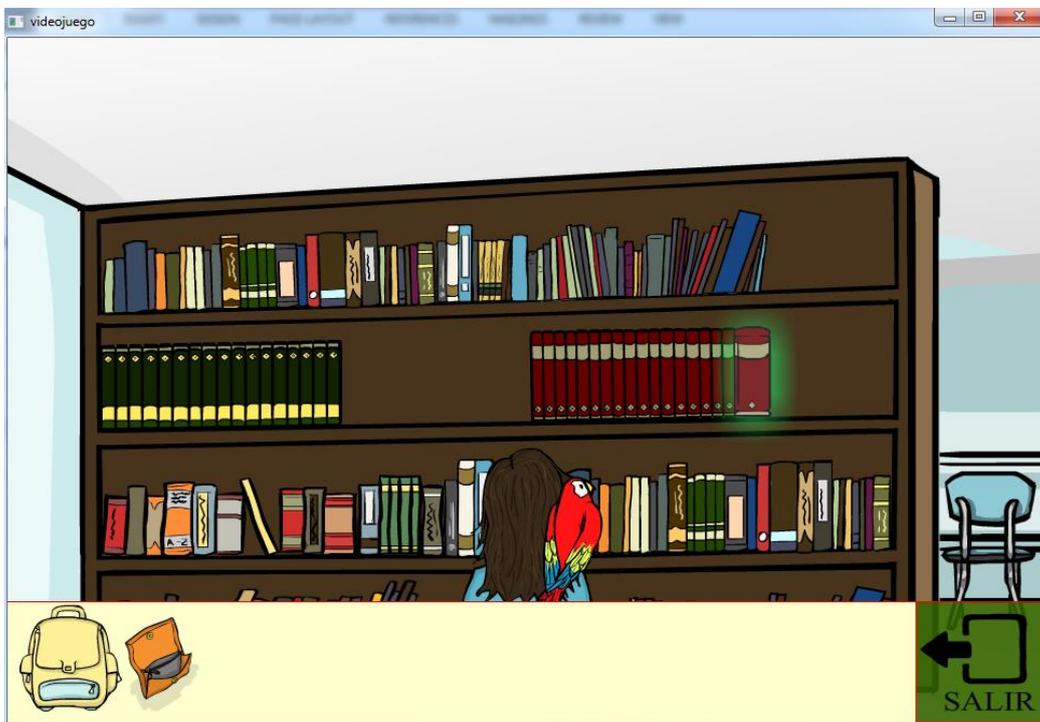


Figura 63: Escenario Estantería biblioteca

- Salida de la biblioteca: Desde este escenario se sale de la biblioteca hacia el exterior.



Figura 64: Escenario Salida biblioteca

- Exterior con autobús: Desde este escenario se accede al autobús.



Figura 65: Escenario Exterior con bus

- Entrada de la tienda escolar: Desde este escenario se accede a la tienda escolar



Figura 66: Escenario Entrada tienda escolar

- Tienda escolar: En este escenario el jugador comprará la lupa que utilizará posteriormente en el juego.

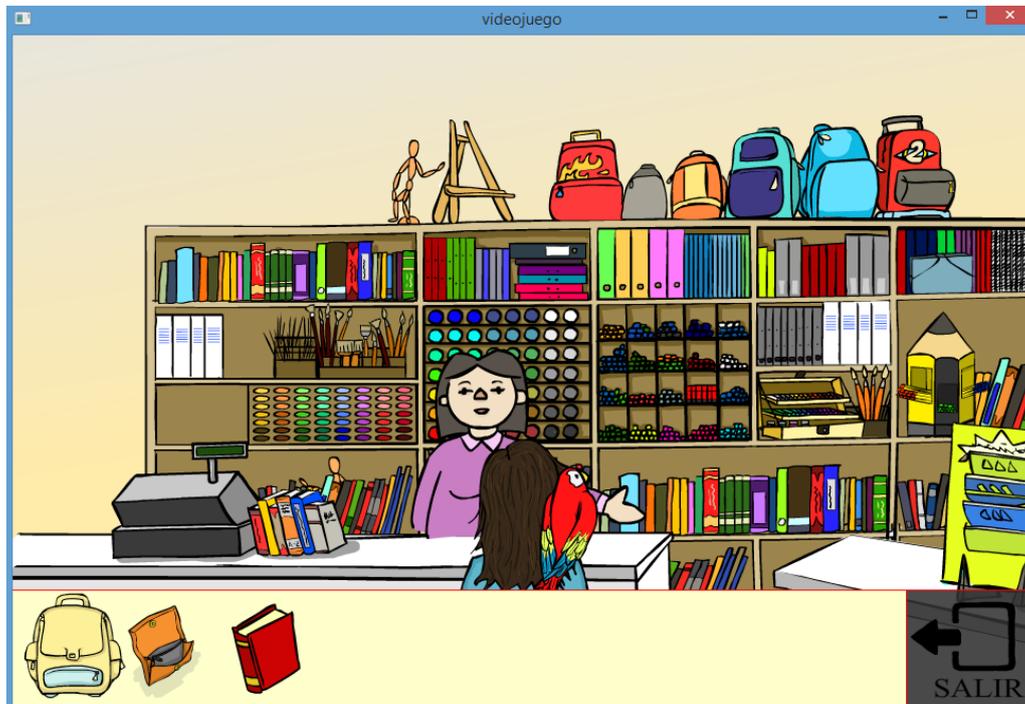


Figura 67: Escenario Tienda escolar

- Salida tienda escolar: Desde este escenario se sale de la tienda escolar.



Figura 68: Escenario Salida tienda escolar

- Entrada casa del jugador: Desde este escenario se accede a la casa del jugador



Figura 69: Escenario Entrada casa jugador

- Entrada casa Luna: Desde este escenario se accede a la casa de la señora Luna



Figura 70: Escenario Exterior casa luna

- Puerta casa Luna

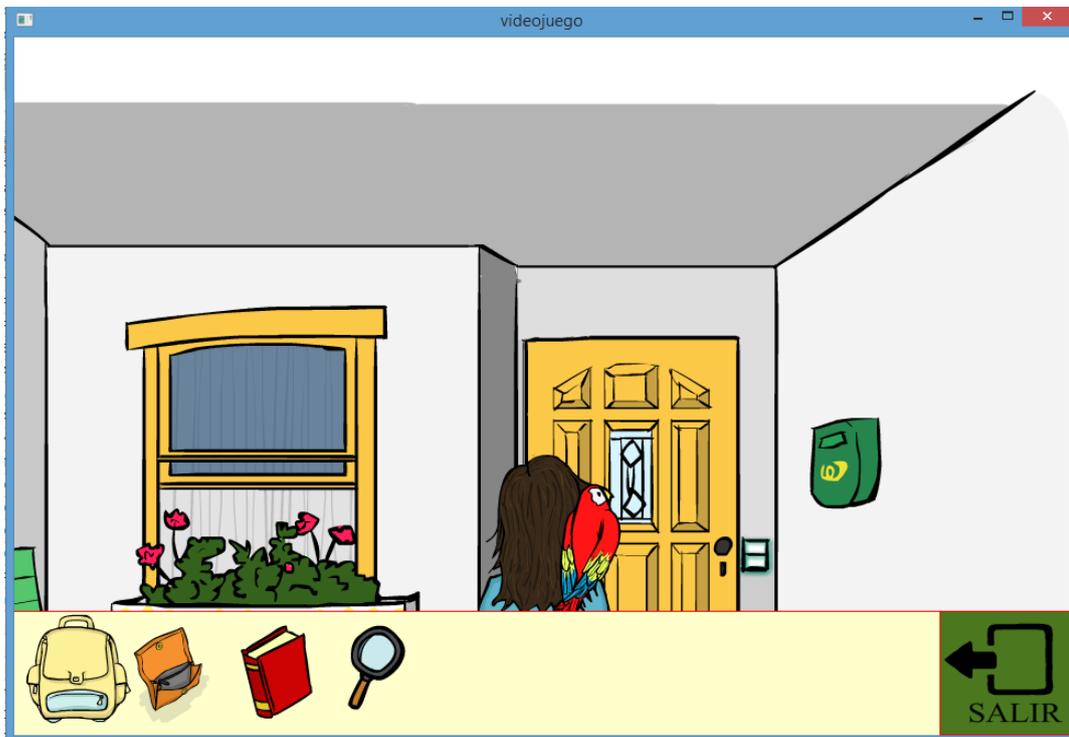


Figura 71: Escenario puerta casa luna

- Casa Luna: En este escenario se conseguirá el mapa de la ciudad y se realizan las últimas dinámicas del juego.



Figura 72: Escenario Casa luna

Personajes

El jugador se encontrará con diversos personajes con los que tendrá que interactuar. Estos personajes son los siguientes:

- Lolo: Es el personaje que acompaña al jugador durante el juego y le guía en las dinámicas.



Figura 73: Personaje Lolo

- Pau: Es el conductor del autobús y además es el tío del personaje que representa al jugador.



Figura 74: Personaje Pau

- Juan: Es el bibliotecario que ayuda al jugador a encontrar el libro.



Figura 75: Personaje Juan

- Sara: Es la dependienta de la tienda escolar donde el jugador consigue la lupa.



Figura 76: Personaje Sara

- Señora Luna: Es el personaje que ayuda al jugador a conseguir el mapa.



Figura 77: Personaje Señora Luna

Inventario

A continuación se describen los objetos que el jugador utilizará durante el juego.

- Monedero: Este objeto lo tiene desde el principio el jugador en su inventario. Con el monedero el jugador comprará la lupa.



Figura 78: Objeto Monedero

- Libro: Es el libro que consigue el jugador en la biblioteca. Contiene pistas sobre la piedra mágica.



Figura 79: Objeto Libro

- Lupa: Con la lupa el jugador examina el libro y encuentra la siguiente pista del juego.



Figura 80: Objeto Lupa

- Mapa: Es el mapa que guía al jugador en los próximos niveles del juego.



Figura 81: Objeto Mapa

Pantallas del juego

En esta sección se especificará con detalle cada una de las tres pantallas que componen el videojuego. Además, se indicarán las transiciones entre ellas así como la utilidad de cada elemento de la GUI (Graphical User Interface).

- Pantalla de cinemática inicial: Esta ventana únicamente muestra la cinemática inicial del juego. El jugador no puede interactuar con ningún elemento de esta ventana.



Figura 82: Pantalla de cinemática inicial

- Pantalla de configuración

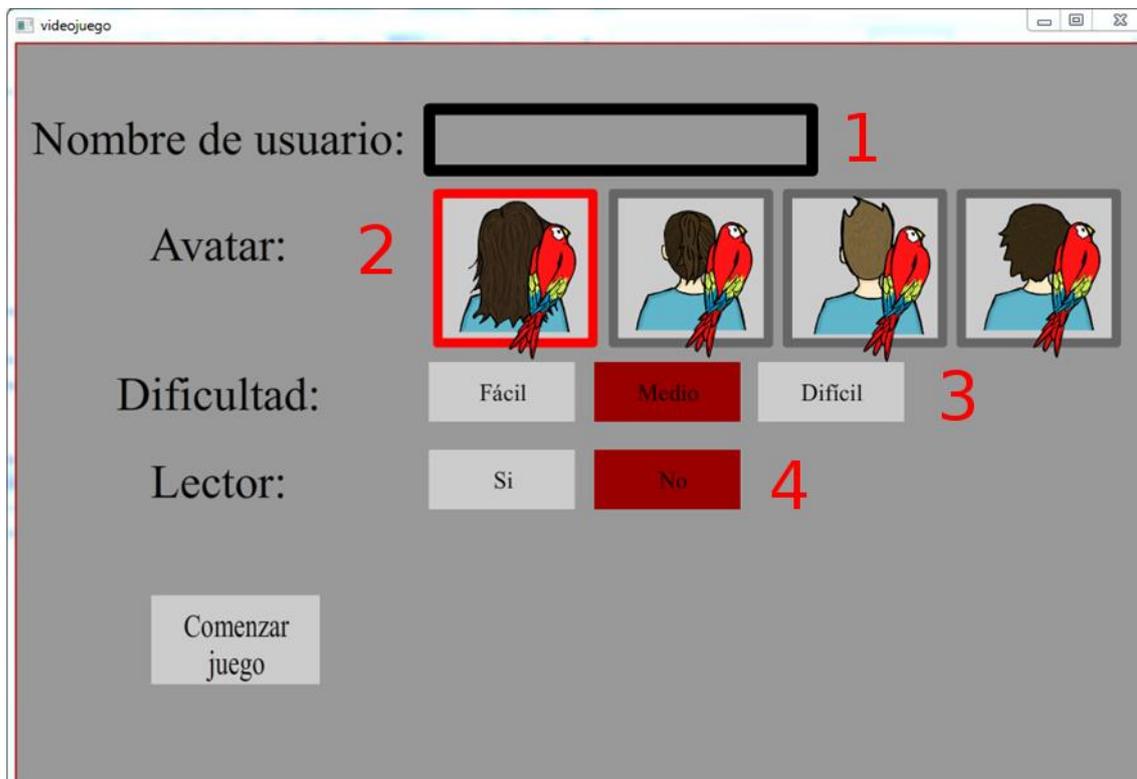


Figura 83: Pantalla de configuración

Esta ventana es la utilizará el jugador para configurar su perfil de juego. Tiene los siguientes componentes:

1. Nombre de usuario: El jugador puede introducir un nombre de usuario, que será el que se utilice para registrar los eventos que realice el jugador durante el juego así como las grabaciones que realice.
2. Avatar: El avatar que representará al jugador en el juego.
3. Dificultad del juego: La dificultad que tendrán las dinámicas durante el juego.
4. Lector: Perfil lector del jugador. Influye en algunas ayudas adicionales que se le ofrecen a los no lectores.

- Pantalla de juego

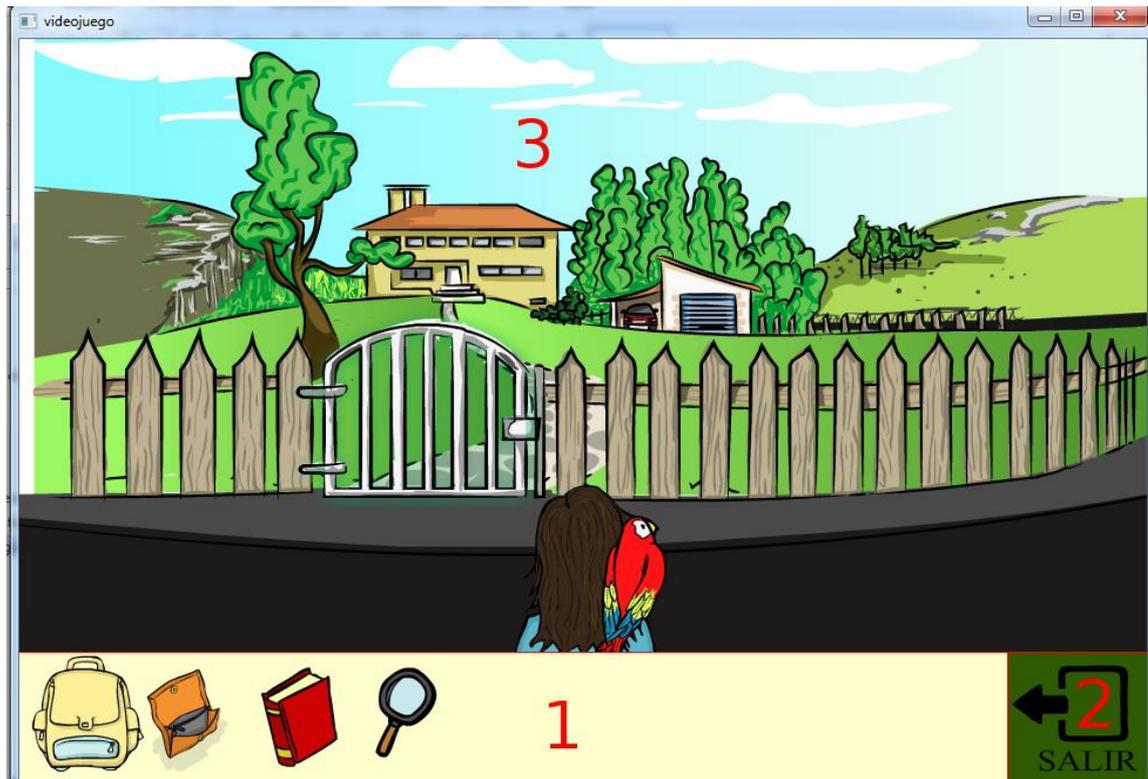


Figura 84: Pantalla de juego

Esta ventana es la pantalla de juego. Tiene los siguientes componentes:

1. Inventario de juego: En esta sección se representan los objetos el jugador tiene en su inventario. También podrá utilizar los objetos de este inventario pulsando con el ratón sobre ellos.
2. Botón salir: Pulsando sobre este botón el jugador puede salir del juego y volver a la pantalla de configuración. Desde ese punto podrá volver al juego en el mismo punto desde donde lo abandonó.
3. Escenario: En esta sección se muestran los escenarios del juego, así como los objetos o personajes que hay en ellos.

Narrativa del juego

En este apartado se describe la narrativa del juego con todas las acciones que se producen en el desarrollo del juego.

Stage 1

CasaJugador: *El loro LOLO* explica esto y sale un bocadillo con las palabras más importantes que se van nombrando.

A001: Lolo: “¡Hola! ¿Ya estás a punto? Tienes que conseguir objetos para la misión. Por ejemplo, un libro, una lupa, un mapa y más cosas. Los habitantes de la ciudad te

ayudarán. Llevas una mochila para guardar estos objetos y tienes dinero para comprar lo que necesites. Ahora, tendrás que ir en autobús a la Biblioteca y hablar con Juan, el bibliotecario. ¡Mucha suerte!

AU001.Lolo: Para llegar a la Biblioteca tendrás que coger el autobús 52 en la estación de autobuses. Quizás tenemos suerte y nos lleva tu tío Pau. Ahora, sal de casa y ve hacia la estación.

Acción: clicar en la puerta de su casa para salir.

CascoAntiguo: panorámica del casco histórico desde la puerta de su casa. Si mira hacia la derecha encuentra la estación de autobuses destacada.

Acción: clicar en la puerta de la estación de autobuses para entrar.

EstacionBuses: Estación con el autobús 52 destacado. Cuando clique sobre él, aparece la pantalla interna del autobús y el conductor le saluda.

Acción: clicar en la puerta del autobús para entrar.

Bus: Autobús con conductor.

AU002.Pau: ¡Buenos días! ¿A dónde vas?

Dinámica 1.1: Lolo: “Tienes que responder eligiendo una de estas dos opciones.”

D:	¡Buenos días, tío Pau! Quiero ir al Hospital	¡Buenos días, tío Pau! Quiero ir a la Biblioteca
M:	¡Buenos días, tío Pau! Voy al Hospital	¡Buenos días, tío Pau! Voy a la Biblioteca
F:	¡Buenos días! Voy al Hospital	¡Buenos días! Voy a la Biblioteca



(Una vez clique en una de ellas, sonará la frase con la entonación adecuada.)

1.1.1 Si es correcta: continuamos.

1.1.2 Si no lo es, **Lolo:** “¿Crees que hay libros en el Hospital? Vuelve a intentarlo”.

1.1.2.1 Si vuelve a equivocarse, **Lolo:** ¡No hombre no, Tenemos que ir a la biblioteca!

Acción: El autobús se desplaza y llega a la biblioteca.

AU003.Pau: ¡Ya estamos en la Biblioteca!

Dinámica 1.2: Lolo: “Tendrás que despedirte de tu tío ¿no?”. (Para los que leen: en la pantalla aparece el micro y la frase “¡Hasta luego, tío Pau!” y debe decirlo).

D:	¡Nos vemos luego, tío Pau!
M:	¡Hasta luego, tío Pau!



F:

¡Adiós, tío Pau!

1.2.1 Lo dice bien: continuamos

1.2.2 Lo dice mal / para no lectores: **Lolo**: “A ver, escucha cómo lo digo yo y después repítelo.”

(D / M / F)



1.2.2.1 Lo dice bien: continuamos.

1.2.2.2 Lo dice mal: **Lolo**: “No nos ha oído muy bien. Inténtalo más alto” (una repetición)

EntradaBiblioteca: Edificio de la Biblioteca desde la entrada.

Acción: clicar en la puerta de la biblioteca para entrar.

EntradaBiblioteca: Interior de la biblioteca con el mostrador y el bibliotecario.

AU004.Juan: ¡Hola! ¡Tú eres quien busca la piedra mágica! Ojalá la encuentres y vuelva la tranquilidad a la ciudad ¿Qué necesitas? Te ayudaré en todo lo que pueda.

Dinámica 2.1: Comprensión: el jugador debe seleccionar la opción buena. Hay distintos niveles (medio y fácil elige entre dos opciones, difícil tiene una tercera opción).

2.1. **Lolo**: “Recuerda que tienes que preguntarle por los libros de historia. ¿Qué opción elegirías?”

M/F:

¡Hola! Sí, soy yo. ¿Dónde hay libros de historia, por favor?

¡Hola! Sí, soy yo. Gracias por tu ayuda con los libros de historia.

D:

¡Hola! Sí, soy yo. ¿Dónde está el lavabo, por favor?

2.1.1. Elige bien, **Lolo**: “¡Bien! A Juan le ha gustado la musiquilla de la pregunta. ¡Vamos a **ver** un juego! Fíjate en todo lo que va apareciendo en la pantalla”

→ 2.1.2.1. (**Actividad visual de consolidación sin producción**).

→ 2.2. Respuesta Juan

2.1.2. Elige mal: **Lolo** le explica: “Fíjate en que tienes que hacer una pregunta sobre los libros de historia” (si se equivoca de nuevo, “sonido negativo” y bloqueamos. → Continuamos en 2.1.1 y **A.V.C.**).

2.1.2.1. **Actividad visual_1**: PROSODIA_1: Comprensión y Percepción visual de la curva de F0

- Primero aparece la curva con los semáforos (y sin autobús) al mismo tiempo que se escucha la frase que hay debajo “¡Hola! Sí, soy yo.

- ¿Dónde hay libros de historia, por favor?”.
- “¡Venga! Vamos a ver como sonarían estas frases sin palabras”
- "NAna, na, **NAna**. nananananaNAna, nanaNA"
- No se le pide producción pero **Lolo** pregunta “¿Quieres volver a verlo?”
 - Volver a verlo = repetición de todo una sola vez y → 2.2.
 - No = salimos de la actividad visual → 2.2.

AU005.Juan: Tienes que ir al final del pasillo, hacia la estantería grande. Allí encontrarás un libro rojo. Tiene secretos escondidos. Te dirá algo sobre las personas que guardaban la piedra en el pasado. Si necesitas algo más, ¡avísame!

Dinámica 2.2: Lolo: Juan ha sido muy amable, recuerda darle las gracias.

D: Has sido muy amable, Juan. ¡Muchas gracias!

M: ¡Muchas gracias, Juan!

F: ¡Muchas gracias!



2.2.1. Lo dice bien: continuamos

2.2.2. Lo dice mal / para no-lectores: **Lolo:** “Hazlo como yo, con ganas”

(D / M / F)



2.2.2.1. Lo dice bien: continuamos

2.2.2.2. Lo dice mal: **Lolo** Bueno, no parece que estés muy agradecido pero, adelante.

Acción: Imagen del jugador andando por el pasillo de la biblioteca hasta el final del pasillo y se sitúa delante de la estantería.

EstanteríaBiblioteca: Estantería con muchos libros de diferentes tamaños y una grande y rojo que se destacado.

A002: Acción: clicar sobre el libro y se guarda. **LIBRO CONSEGUIDO**

Dinámica 6: Lolo: ¡Qué bien! ¡Ya tienes la primera pista! Ahora debes comprar una lupa en la papelería para descubrir los secretos del libro. Elige tú mismo el siguiente paso (dos opciones).

Quedarme en la Biblioteca
(Opción trampa)

Coger el autobús
(Opción buena)

Comprensión + acción: clicar opción

6.1.1. **Quedarme en la Biblioteca (opción mala).** Lolo: Si te quedas en la Biblioteca, no conseguirás la lupa que necesitas. Deberías coger el autobús.

Quedarme en la Biblioteca
(Opción trampa)

Coger el autobús
(Opción buena)

6.1.2. **Coger el autobús (opción buena).**

SalidaBiblioteca: salida de la biblioteca para coger el autobús. La salida de la biblioteca es igual que la entrada pero en espejo y se ve la parada del autobús.

Stage 2

Acción: clicar sobre la puerta y se sale.

ExteriorConBus: Parada de autobús neutra, reutilizable para biblioteca, tienda, casa Sra. Luna.

Acción: clicar sobre la puerta del autobús y entra.

Dinámica 7: Lolo: ¡Ya estamos en el autobús! Y ahora ¿a dónde vamos?

Comprensión + acción: clicar la opción buena

Volver a casa
(Sin lupa → tendrá que volver)

Ir a la tienda
(Conseguirá la lupa y podrá ir a casa)



7.1. **Si clicla “Volver a casa” → Lolo:** “Entonces ¿ya tienes la lupa?”.

7.1.1. **NO** → Lolo: “Tienes que comprarla antes de volver a casa”.

Sin lupa → tendrá que volver

Ir a la tienda
(Conseguirá la lupa y podrá ir a casa)

AU007.Lolo: “¡Vamos para allá!” (TiendaEscolar)

7.1.2. **SI** → Lolo: “Rumbo a casa entonces” (punto 4.3.)

Aunque no es cierto le dejamos que vuelva a casa pero, al llegar y no poder mirar el libro con la lupa, le obligamos a volver a la tienda.

EntradaCasaJugador: Entrada de la casa del jugador

Acción: clicar sobre la puerta de la casa y entra.

CasaJugador: Casa del jugador

7.1.2.2. → **AU008.Lolo:** Ahora tienes que mirar el libro con la lupa.

AU009.Lolo: “¡Ves! Te dije que tenías que conseguir la lupa antes de ir a casa. Bueno... vamos a la tienda, entonces”. → Tienda Escolar

EntradaTiendaEscolar: Tienda de material escolar por fuera.

Acción: clicar sobre la puerta de la tienda y entra.

TiendaEscolar: Mostrador de la tienda y dependienta.

Dinámica 3.1: producción para lectores y no lectores (3.1.2) de una interrogativa.

3.1. **Lolo:** “Tienes que pedirle una lupa”

D: ¡Hola! ¿Tienen lupas? Me gustaría comprar una.

M: ¡Hola! ¿Tienen lupas? Quería comprar una.

F: ¡Hola! ¿Tienen lupas?



3.1.1. Lo dice bien: continúa.

3.1.2. Lo dice mal/Para no-lectores: **Lolo:** “Ahora repítelo como yo”:

(D / M / F)



3.1.2.1. Se supone que lo hará bien porque acaba de escucharla y le será más fácil imitarlo.

3.1.2.2. Si no le sale bien, le dejamos continuar igualmente para que no se canse.

Dinámica 3.2

3.2.**AU011.Sara:** “Sólo tenemos ésta, pero es un poco grande. ¿La quieres igualmente?”

3.2.1. **Lolo:** “La necesitas, así que tienes que comprarla” (no-lectores → 3.2.1.2)

D: Sí, necesito una sea como sea. ¿Cuánto vale?

M: Sí, la necesito. ¿Cuánto vale?

F: Sí. ¿Cuánto vale?



3.2.1.1. Lo dice bien: continúa.

3.2.1.2. Lo dice mal/Para no-lectores: **Lolo:** “Recuerda separar las frases. Mira cómo lo hago yo y después repítelo.”

(D / M / F)



3.2.1.2.1. Se supone que lo hará bien porque acaba de escucharla y

le será más fácil imitarlo.

3.2.1.2.2. Si no le sale bien, **Lolo**: “Inténtalo de nuevo”. SI sigue equivocándose, le dejamos continuar.

AU012.Sara: Esta vale tres euros con veinte céntimos.

A004: Acción: Clicar en el monedero y se mete la lupa en la mochila. **LUPA CONSEGUIDA.**

AU013.Lolo: ¡Perfecto! Ahora ya tenemos la lupa. Podemos volver a casa.

SalidaTiendaEscolar: Salida de la tienda.

Stage 3

Acción: clicar en la puerta y salir

ExteriorConBus:

Acción: clicar sobre la puerta del autobús y entra.

Bus:

AU014.Pau: ¡Hombre! ¿Otra vez por aquí? ¿A dónde vas ahora?

Dinámica 4.1: repetimos la **dinámica 1** pero con otro contenido y un poco más de dificultad. El jugador debe elegir entre las opciones que le aparecen en la pantalla:

Lolo: Tienes que responder eligiendo una de estas opciones.

D:	¡Hola, tío Pau! Ya vuelvo a casa.	¡Hola, tío Pau! ¿Ya vuelvo a casa?
	¡Hola, tío Pau! Ya vuelvo a CAAAAasa.	
M:	¡Hola tío Pau! Ya vuelvo a casa.	¡Hola, tío Pau! ¿Ya vuelvo a casa?
F:	Ya vuelvo a casa.	¿Ya vuelvo a casa?



Una vez clique en una de ellas, sonará la frase con la entonación correspondiente.

4.1.1. Si es correcta: continuamos.

4.1.2. Si no **Lolo**: “Si sabes a dónde quieres ir simplemente lo dices, no preguntas ni haces cosas raras. Inténtalo de nuevo” (Vuelve a salir la pantalla con las dos opciones y se supone que entonces clicará en la buena.)

4.1.2.1. Si vuelve a equivocarse: **Lolo**: “¡Qué cabecita tienes! ¡Tenemos que decir a dónde vamos!” y continuamos.

Dinámica 4.2: Añadimos una prueba de voz a la dinámica 1, comprensión + producción). **Lolo:** Ahora díselo con tu propia voz.

D/M: ¡Hola, tío Pau! Ya vuelvo a casa.
F: Ya vuelvo a casa



4.2.1. Lo dice bien: continúa.

4.2.2. Lo dice mal: **Lolo:** “Escúchame primero y repítelo como yo, con seguridad:

(D / M / F)



4.2.2.1. Se supone que lo hará bien.

4.2.2.2. Si no le sale bien, le dejamos continuar igualmente.

AU006.Lolo: ¡Rumbo a casa, entonces!” (El autobús se desplaza al casco antiguo, donde vive el jugador).

AU015.Pau: ¡Ya estamos en el barrio! Tu casa sigue siendo la que está pintada de azul ¿verdad?

Dinámica 4.3: **Lolo:** Tienes que contestar a su pregunta y despedirte.

(Para los que leen: En la pantalla aparece el micro y la frase y debe decirlo.)

D: Sí, lo es. Vivo allí desde pequeño. ¡Hasta luego!

M: Sí, esa es. ¡Hasta luego!

F: Sí. ¡Hasta luego!



4.3.1. Lo dice bien: continuamos

4.3.2. Lo dice mal / para no-lectores: **Lolo:** “Nos tiene que oír bien. Repíteselo como yo, a ver si nos oye:

(D / M / F)



4.3.2.1. Lo dice bien: continuamos.

4.3.2.2. Lo dice mal: **Lolo:** Bueno, no nos ha oído muy bien pero no importa, le vamos a ver más veces.

EntradaCasaJugador:

Acción: clicar en su casa para entrar en ella.

CasaJugador:

AU016.Lolo: ¡Bien! ¡Ya estamos en casa! Ahora tienes que coger el libro y después la lupa para ver qué secretos se esconde en las páginas.

Acción: clicar sobre el libro.

Acción: clicar sobre la lupa.

AU017.Lolo: Buscamos el apellido de la familia que guardaba piedra. Sólo ellos nos podrán ayudar.

Actividad visual_2 El jugador pasa la lupa por el libro y cuando aparecen los cuadritos/dibujos (4) en miniatura se iluminan o marcan de alguna manera para que clique encima de ellos y se acumulen para montar el rompecabezas.

Acción: clicar en los trozos para acumularlos.

Lolo: “Tienes que buscar partes de un dibujo para saber el nombre”.

Una vez conseguidos todos los trozos aparece el siguiente escenario:

Instrucción_Rompecabezas: “Ahora tienes que montar los trozos de dibujo a ver qué sale”

D: Sin modelo del rompecabezas

M: Modelo del rompecabezas difuminado pero puntual, se le enseña y se quita al poco tiempo para que lo reproduzca de memoria.

F: Modelo del rompecabezas difuminado y fijo

Acción: colocar bien las piezas del rompecabezas clicando y arrastrando. (Si coloca alguna mal, sonido de error)

(Una vez ha conseguido montar el rompecabezas, la luna se convierte en el apellido “LUNA” y se escucha la palabra.

AU018.Lolo: ¡Qué bien! Ya sabes el apellido de la familia con la que tienes que hablar: LUNA. Pero no sabemos dónde viven. Tendremos que preguntarle a tu tío Pau. Como es el conductor del autobús, conoce a todo el mundo.

Stage 4

Acción: clicar en la puerta de su casa para salir.

CascoAntiguo: panorámica del casco histórico desde la puerta de su casa. Si mira hacia la derecha encuentra la estación de autobuses destacada.

Acción: clicar en la puerta de la estación de autobuses para entrar.

EstacionBuses: Estación con el autobús 52 destacado. Cuando clique sobre él, aparece la pantalla interna del autobús y el conductor le saluda.

Acción: clicar en la puerta del autobús para entrar.

Bus: Autobús con conductor.

Dinámica 5.1: Lolo: Ya tenemos a tu tío aquí. A ver si sabe dónde vive la Sra. Luna.

D: ¡Hola, tío Pau! Tengo que encontrar a la señora Luna ¿Sabes dónde vive?

M: ¡Hola, tío Pau! ¿Sabes dónde vive la señora Luna?

F: ¡Hola! ¿Sabes dónde vive la señora Luna?



5.1.1. Lo dice bien: continuamos.

5.1.2. Lo dice mal / para no-lectores: se le explica. **Lolo:** “Piensa que primero estás saludando y después pidiendo la información. Tendrás que parar y respirar entre las frases. Mira cómo lo hago yo:

“(D / M / F)”



5.1.2.1. Lo dice bien: continuamos igualmente.

5.1.2.2. Lo dice mal: introducimos un ejercicio visual.

Actividad visual_3: PROSODIA_2 + PRODUCCIÓN

5.2. Lolo: “¡Ahora vamos a jugar nosotros con el autobús! Fíjate bien en todo lo que aparece en la pantalla.”

Se repite como la primera dinámica de prosodia y luego le pediremos reproducción.

5.2.1. Primero aparece la CURVA con los semáforos (y sin autobús) al mismo tiempo que se escucha la frase que hay debajo “D/M/F”

5.2.2. “¡Venga! Vamos a ver como sonarían estas frases sin palabras”

D: ¡Nana, nananá! Nana nananá nana nanana Nana. ¿NAna nana NANA?

M: ¡Nana, nananá! ¿NAna NAna NAna nanaNAna NANA?

F: ¡Nana! ¿NAna NAna NAna nanaNAna NANA?

5.2.3. Lolo: “Ahora te toca a ti hacer el mismo ejercicio.

5.2.3.1. Con palabras: sale directamente la curva, los semáforos y la frase debajo con las sílabas destacadas. **Lolo:** “Venga, inténtalo tú”

Lo hace bien: **Lolo:** ¡Muy bien! Continuemos sin palabras.

Lo hace mal: **Lolo:** Repítelo una vez más. Repetición una vez y continuamos igualmente → 5.2.3.2.

5.2.3.2. Sin palabras: sale directamente la curva, los semáforos y la frase debajo con las sílabas del tarareo destacadas.

Lo hace bien: **Lolo:** ¡Muy bien! Cantando es divertido ¿verdad? continuamos

Lo hace mal: **Lolo:** ¡Venga! Repítelo una última vez. repetición una vez y continuamos igualmente → (5.3.)

5.3. Pau nos informa de dónde viven los Luna.

AU019.Pau: Pues ayer estuvo aquí Ana Luna y se bajó en las afueras, al lado de la fuente. ¡Te llevaré hasta allí!

Acción: se mueve el autobús.

AU020.Pau: ¡Ya hemos llegado a casa de los Luna! Parece que Ana está en casa

ExteriorCasaLuna: Escenario con la casa de la señora Luna al fondo.

Acción: clicar sobre la puerta de la valla y entra.

PuertaCasaLuna: Puerta de la casa de la señora Luna

Acción: clicar en el timbre de la puerta, sale la señora Luna.

AU021.Luna: ¡Hola joven! Así que tú eres quien busca la piedra mágica. Sabía que vendrías. Pasa y toma unas galletas conmigo mientras te cuento todo lo que sé.

CasaLuna: Salón de la casa. Podría haber una mesita pequeña entre dos sofás, la señora Luna en uno de ellos y el personaje en otro. También chimenea enfrente, estantería grande en la pared de la derecha y mesa de comedor a la izquierda.

Actividad visual_4: Aparece la Sra. Luna con el plato de galletas y dos bocadillos diferentes. Uno a la derecha con la palabra “galletas” entre interrogantes y otra a la izquierda con la palabra “galletas” y un punto final. Cuando clica sobre ellas se escucha la prosodia correspondiente (interrogativa VS. declarativa). La función de la interrogativa es ofrecerle galletas (la Sra. Luna movería el plato hacia adelante y el jugador se comería una). La función de la declarativa es simplemente informar de que hay galletas (la Sra. Luna cogería el plato de galletas y las pondría encima de la mesa; no ofrece sino que afirma algo así como “aquí están las galletas”).

Para poner a prueba si entiende la función de estas dos modalidades...

Lolo: Si tuvieras hambre y quisieras que te ofrecieran galletas, ¿qué frase tendría que decirte la Sra. Luna?

Información de los bocadillos diferente según el nivel:

D: Galletas. **VS.** ¿Galletas?

M: Hay galletas. **VS.** ¿Quieres galletas?

F: Dejo las galletas aquí **VS.** ¿Quieres comer unas galletas?
(Si tarda en clicar Ayudas 4 y 5)



- Elige la interrogativa, **Lolo**: “¡Perfecto! Ya sabes que a veces las preguntas son ofrecimientos”

- Elige la enunciativa, **Lolo**: “¡Vaya! Ahora no te ofreceré galletas. Cuando alguien explica una cosa, sin preguntar por ella, es porque informa de algo, no te ofrece nada. De todas formas, puedes coger una galleta del plato”

(Si ha elegido la opción errónea, dejamos que pasen unos segundos por si quiere clicar en el plato de galletas. Si clica el avatar hace la acción automática de comerse una galleta. Si no, la Sra. Luna deja el plato en la mesa y continuamos).

AU022.Luna: “Verás... Yo siempre he vivido aquí porque mi familia siempre vivió cerca del bosque. Esta casa era de mis abuelos. Mi abuelo Edison, dejó un mapa con pistas entre los libros de esa estantería. Te regalaré el mapa si antes me haces un favor: tienes que limpiar la estantería con este trapo. No tengo nadie que me ayude y a mí me cuesta mucho hacerlo”

Acción: pasar el trapo por la estantería para quitar el polvo.

AU023.Luna: “Ahora ya puedes buscar el mapa con tu lupa. Encuéntralo y será tuyo. Yo ya soy muy mayor para aventuras. ”

AU024.Luna: “¡Felicidades! ¡Lo has encontrado muy pronto! ¡Oye! Se hace de noche y deberías volver a casa. El autobús llegará enseguida. Me alegro de haberte conocido. ¡Hasta la próxima!”

A005. Lolo: “¡Qué bien! Gracias a la Sra. Luna vamos a encontrar los lugares secretos del bosque. Te felicito. ¡Hemos superado las primeras pruebas!” → **Final Nivel 1**

CasaJugador:

Ordenador: “¡Muy bien! Has superado el primer nivel. Puedes estar contento. Ahora a

descansar un poco para seguir con el nivel 2. En él usarás todos los objetos que has conseguido, la lupa, el libro y el mapa. ¡Ánimo!”

Bibliografía

- Alvarez, J., Rampnoux, O., Jessel, J., & Methel, G. (2007). Serious Game: Just a question of posture. *Artificial & Ambient Intelligence, AISB*, 7, 420-423.
- Brock, J., & Jarrold, C. (2005). Serial order reconstruction in Down syndrome: evidence for a selective deficit in verbal short-term memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(3), 304-316.
- Brown, D., Ley, J., Evett, L., & Standen, P. (2011). Can Participating in Games-based Learning Improve Mathematic Skills in Students with Intellectual Disabilities? *IEEE seGAH*.
- Buckley, S. (2000). Assisting individuals with Down syndrome to access information technology - An overview. *The Syndrome Educational Trust*.
- Buckley, S., Bird, G., & Sacks, B. (2002). Social development for individuals with Down syndrome -. *Down Synd. Issues Inform*.
- Ceararu, I., Lazar, J., Bessiere, K., Robinson, J., & Shneiderman, B. (2004). Determining causes and severity of end-user frustration. *Int. J. Hum.-Comput. Interact.* 17, 3,, 333–356.
- Chapman, R. (1997). Language development in children and adolescents with Down syndrome. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 3(4), 307-312.
- Chapman, R., & Hesketh, L. (2000). Behavioral phenotype of individuals with Down syndrome. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 6(2), 84-95.
- Chapman, R., & Hesketh, L. (2001). Language, cognition, and short-term memory in individuals with Down syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(1), 1-7.
- Choudhury, A. (2012, Agosto 6). *Software Testing Life Cycle (STLC) – Complete Tutorial*. Retrieved Julio 20, 2015, from <http://www.sdlic.ws/software-testing-life-cycle-stlc-complete-tutorial/>
- Cleland, J., Wood, S., Hardcastle, W., Wishart, J., & Timmins, C. (2010). Relationship between speech, oromotor, language and cognitive abilities in children with Down's syndrome. *International journal of language & communication disorders*, 45(1), 83-95.
- Cockburn, A. (2008). Using Both Incremental and Iterative Development. *Software Engineering Technology*, 27-30.
- Cohn, M. (2004). *Advantages of User Stories for Requirements*. Retrieved 06 19, 2015, from <http://www.mountangoatsoftware.com/articles/advantages-of-user-stories-for-requirements>
- Corrales Astorgano, M., Escudero Mancebo, D., Flores Lucas, V., González Ferreras, C., & Gutierrez González, Y. (2015). Arquitectura para la interacción en un videojuego para

- el entrenamiento de la voz de personas con discapacidad intelectual. *Interaccion* 2015. Vilanova i la Geltrú.
- d'Souza, D., Booth, R., Connolly, M., Happé, F., & Karmiloff-Smith, A. (2015). Rethinking the concepts of 'local or global processors': evidence from Williams syndrome, Down syndrome, and Autism Spectrum Disorders. *Developmental science*.
- Daunhauer, L., Fidler, D., Hahn, L., Will, E., Lee, N., & Hepburn, S. (2014). Profiles of everyday executive functioning in young children with Down syndrome. *American journal on intellectual and developmental disabilities*, 119(4), 303-318.
- DESPA, M. (2014). Comparative study on software development methodologies. *Database Systems Journal BOARD, vol V 3.*, 37-56.
- Dueñas, W., Vaquero, C., Saz, O., & Lleida, E. (2008). Speech technology applied to children with speech disorders. *4th Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering 2008*, 247-250.
- ExecutiveBrief. (2008). *Which Life Cycle Is Best for Your Project?* Retrieved Junio 08, 2015, from <http://www.projectsart.co.uk/which-life-cycle-is-best-for-your-project.php>
- Feng, J., Lazar, J., Kumin, L., & Ozok, A. (2008). Computer usage by young individuals with down syndrome: an exploratory study. *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, 35-42.
- Feng, J., Lazar, J., Kumin, L., & Ozok, A. (2010). Computer usage by children with down syndrome: Challenges and future research. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, 2(3), 13.
- Fundación BBVA. (2015). Retrieved Julio 13, 2015, from <http://www.fbbva.es/TLFU/tlfu/esp/noticias/fichanoticia/index.jsp?codigo=1242>
- Game Accessibility. (n.d.). Retrieved Mayo 2015, 29, from <http://www.game-accessibility.com/>
- González, J., Cabrera, M., & Gutiérrez, F. (2007). Diseño de videojuegos aplicados a la Educación Especial. *VIII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (INTERACCION-2007)*, 35-45.
- Griffiths, M. (2004). Can Videogames be Good for Your Health? *Journal of Health Psychology*, 9, (3), 340-343.
- Horizonte 2020. (2015). Retrieved Julio 13, 2015, from <http://eshorizonte2020.es/>
- IAB Spain. (2015, Enero). *VI Estudio Redes Sociales*. Retrieved Mayo 27, 2015, from http://www.iabspain.net/wp-content/uploads/downloads/2015/01/Estudio_Anuar_Red_Sociales_2015.pdf
- Idárraga, M., Henao, A., Zapata, J., Martínez, M., & Gaona, A. (2013). Estudio de la Usabilidad en Aplicaciones Utilizadas por Niños con Síndrome de Down. *PARADIGMA – Revista Electrónica en Construcción de Software, VOL. 7 No. 3*.

- Interacción 2015*. (2015). Retrieved Julio 13, 2015, from <http://interaccion2015.upc.edu/>
- International, D. S. (n.d.). *Utilising information communication technology to assist the education of individuals with Down syndrome*. Retrieved Junio 2, 2015, from <http://www.down-syndrome.org/information/education/technology/?page=4>
- Jarrold, C., & Baddeley, A. (2001). Short-term memory in Down syndrome: Applying the working memory model. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(1), 17-23.
- Jarrold, C., Baddeley, A., & Phillips, C. (2002). Verbal Short-Term Memory in Down Syndrome: A Problem of Memory, Audition, or Speech? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45(3), 531-544.
- Lagares, J. (2015). *El proyecto fressa*. Retrieved Mayo 25, 2015, from <http://www.xtec.cat/~jlagares/indexcastella.html>
- Lanyi, C., & Brown, D. (2010). Design of serious games for students with intellectual disability. *IHCI*, 10, 44-54.
- Lucas y el caso del cuadro robado*. (2009). Retrieved Mayo 29, 2015, from http://fundacionorange.es/fundacionorange/comunicados/2010/lucas_videojuego.html
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games: An exploration by TEEM of the contribution which games can make to the education process*. Retrieved Mayo 28, 2015, from http://www.kennisnet.nl/uploads/tx_kncontentelements/games_in_education_full1.pdf
- Oviatt, S. (1999). Ten myths of multimodal interaction. *Communications of the ACM*, 42(11), 74-81.
- Pontual da Rocha Falcão, T. (2014). *Discovery learning with tangible technologies: the case of children with intellectual disabilities. Doctoral dissertation, UCL Institute of Education*.
- Programa Erasmus +*. (2015). Retrieved Julio 13, 2015, from <http://www.oapee.es/oapee/inicio/ErasmusPlus/con-2015-gestion/convocatoria-2015.html>
- Proyecto CITI*. (2009). Retrieved Mayo 29, 2015, from http://fundacionorange.es/fundacionorange/proyectos/proyecto_citi.html
- Proyecto comunica*. (2008). Retrieved Junio 2, 2015, from <http://dihana.cps.unizar.es/~alborada/herramientas.html>
- Schmitt, A. (2010). *schmittMachine*. Retrieved Julio 6, 2015, from <http://www.schmittmachine.com/dywapitchtrack.html>
- Speech Prosody 2016*. (2016). Retrieved Julio 13, 2015, from <http://sites.bu.edu/speechprosody2016/>

Videojuego para la mejora de la prosodia en personas con discapacidad intelectual

Standen, P., Karsandas, R., Anderton, N., Battersby, S., & Brown, D. (2009). An Evaluation of the Use of a Computer Game in Improving the Choice Reaction Time of Adults with Intellectual Disabilities. *Journal of Assistive Technologies, Vol3, issue 4*, 4-11.

Standen, P., Rees, F., & Brown, D. (2009). Effect of Playing Computer Games on Decision Making in People with Intellectual Disabilities. *Journal of Assistive Technologies, Vol 3, issue 2*, 6-15.

Stojanovik, V. (2011). Prosodic deficits in children with Down syndrome. *Journal of Neurolinguistics, 24(2)*, 145-155.

Tsakiridou, M. (2006). The linguistic profile of Down's syndrome subjects: evidence from wh-movement construction. *SOAS Working Papers in Linguistics, Vol. 14*, 227-248.

Weijerman, M., & De Winter, J. (2010). Clinical practice. *European journal of pediatrics, 169(12)*, 1445-1452.