



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA
GRADO EN INGENIERIA INFORMATICA

Curso Académico 2012/2013

Trabajo Fin de Grado

Creación de historias educativas en tabletas para niños con TEA

Autora: Laura Pizarro Casas

Tutora: Estefanía Martín Barroso

Resumen

A medida que va avanzando el tiempo, la tecnología avanza con nosotros hasta formar un papel importante en nuestro día a día. Éste es el objetivo de este proyecto, hacer de la tecnología algo importante y útil en la vida de las personas, por ello, se ha creado una aplicación web educativa orientada a niños con Trastorno del Espectro Autista.

Esta aplicación, como se verá durante todo el recorrido de esta memoria, quiere ayudar a estas personas a fomentar su creatividad y originalidad además de potenciar las capacidades que necesiten. La tecnología es una característica importante para personas con TEA, pues para ellos, es algo que les obedece sin poner ninguna pega, que se comunica con ellos.

La idea es que estas personas puedan ayudarse de las tabletas o de cualquier dispositivo que tenga acceso a la web para mejorar día a día de una forma divertida y sencilla, con algo con lo que ellos se sientan familiarizados y cómodos. Así, se elige la creación de historias y cómics con diversos personajes y escenarios que los niños puedan combinar y crear. La aplicación “*Hoy te cuento...*” trata de cumplir las características propias de un juego que pueda usar todo el mundo desde cualquier lugar, en cualquier momento y a cualquier hora.

El proyecto permitirá a las personas que lo utilicen crear sus propias historias, mejorar sus diálogos además de poder visualizarlas siempre que se desee. Para su desarrollo, se tuvo en cuenta los principios básicos que debe cumplir cualquier aplicación destinada a personas con discapacidad. Los proyectos dedicados a personas con discapacidad, además requieren de una fase de pruebas más detallada y precisa, tomando conciencia de cualquier defecto o pequeño detalle que pueda ser importante para que ellos la utilicen sin problemas y con la mayor facilidad posible.

Como se verá en los capítulos de la memoria, la fase de pruebas no sólo se llevó a cabo con personas con TEA sino que también participaron otras personas con distintas discapacidades, además de contar con la participación de niños de un colegio público.

Esta memoria presenta de forma detallada el desarrollo del proyecto y de todas sus fases de diseño, implementación y pruebas comenzando con una pequeña introducción que cuenta la situación de las personas con TEA a las que está dedicado este proyecto.

Se acaba la carrera y tengo mucho que agradecer...

A mis compañeros y amigos por haberme hecho pasar estos cuatro años de una forma más amena y que todo no fuese estudiar,

Agradecer a mi compañero de proyecto Carlos Cupeiro que sin él este proyecto no hubiese sido tan importante, gracias porque de ti he aprendido mucho...

A nuestra tutora Estefanía que siempre ha estado para ayudarnos y apoyarnos, implicándose...

Gracias a la persona más especial en mi vida que tanto apoyo moral me ha dado cuando he tenido mis altibajos, estando disponible a cualquier hora, gracias...

También debe mucho este proyecto a Lupe que ha contribuido mucho en esta aplicación y gracias a sus conocimientos y experiencia pudimos superar varias fases de este proyecto...

A mi familia que ha estado aconsejándome y ayudándome en todo momento, especialmente mis padres...

Mis tíos, que quien mejor que vosotros para decirme cómo debía ser este proyecto que lo conocéis mejor que nadie y lucháis día a día por mejorar...

Y por último, a mi prima Aridia, tú me diste la idea y es que desde que naciste todos hemos aprendido mucho...este proyecto es por ti y para ti.

ÍNDICE

1.	MOTIVACIÓN	1
1.1.	TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA	2
1.2.	OBJETIVOS	4
1.3.	ANÁLISIS	5
1.3.1.	NumberSequence.....	5
1.3.2.	iTucanTalk.....	7
1.3.3.	Diego Dice.....	9
1.3.4.	Social Stories	11
1.3.5.	Scheduler	14
1.3.6.	Logopedia	16
1.3.7.	AllSmiles	17
1.4.	CUADRO RESUMEN	18
2.	PLANIFICACIÓN	23
2.1.	DIAGRAMA DE GANTT	23
2.2.	DIAGRAMA DE PERT	23
3.	DISEÑO	25
3.1.	PROTOTIPO INICIAL	25
1.	Pantalla de Inicio.....	26
2.	Opciones.....	26
3.	Historias	27
4.	Crear historia.....	28
5.	Carrusel de imágenes	29
6.	Mis historias	30
3.2.	OBTENCIÓN DE REQUISITOS	31
3.3.	ENCUESTAS.....	31
3.4.	ANÁLISIS DE DATOS.....	32
3.5.	PROTOTIPO FINAL	39
4.	IMPLEMENTACIÓN	45
4.1.	TECNOLOGÍAS UTILIZADAS.....	45
4.2.	CÓDIGO	46
4.3.	CASOS DE USO.....	52

4.4.	DIAGRAMA Y RESUMEN	55
5.	PRUEBAS.....	57
5.1.	MÉTODO.....	57
5.2.	PARTICIPANTES	58
5.3.	RECOGIDA DE DATOS	60
5.4.	RESULTADOS	70
6.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	73
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	75
	ARTÍCULOS	75
	Páginas web.....	75
	ANEXO I: Cuestionario de evaluación	77
	Pantalla de inicio	77
	Pantalla de Opciones	78
	Pantallas de selección.....	78
	Pantalla lienzo con la creación de historias o comics	79
	Pantalla de Mis Comics.....	80
	General	81
	ANEXO II: Casos de uso para la evaluación con usuarios finales	82
	ANEXO III: Hoja de observación en las evaluaciones con usuarios finales	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. <i>NumberSequence</i> - Secuencia de números a recordar	5
Figura 2. <i>NumberSequence</i> - Completar secuencias	6
Figura 3. <i>NumberSequence</i> - Refuerzos ofrecidos	6
Figura 4. <i>iTucanTalk</i> - Ventana principal con pictogramas	7
Figura 5. <i>iTucanTalk</i> – Creación de una frase	8
Figura 6. <i>iTucanTalk</i> - Menú secundario y opciones de configuración	8
Figura 7. <i>Diego Dice</i> - Escogemos lo que deseamos	10
Figura 8. <i>Diego Dice</i> - Configuración de la frase	10
Figura 9. <i>Social Stories</i> - Menú principal	11
Figura10. <i>Social Stories</i> – <i>Getting Ready for School and Taking Turns</i>	12
Figura 11. <i>Social Stories</i> – <i>Schedule changes</i>	13
Figura12. <i>Social Stories</i> – <i>Stealing y Using my words</i>	13
Figura 13. <i>Scheduler</i> - Menú de inicio y opciones de configuración	15
Figura 14. <i>Scheduler</i> - Calendario de actividades y galería de actividades y tarjetas	15
Figura 15. Creación de tarjetas de actividades	16
Figura 16. Logopedia – Pantalla principal	17
Figura 17. <i>AllSmiles</i> - Selección del nivel.....	18
Figura 18. <i>AllSmiles</i> - Pantalla de juego	18
Figura 19. Diagrama de Gantt	23
Figura 20. Diagrama de Pert.....	23
Figura 21. Prototipo inicial – Pantalla de inicio.....	26
Figura 22. Prototipo inicial - Opciones de configuración	27
Figura 23. Prototipo inicial – Opciones sobre historias.....	28
Figura 24. Prototipo inicial – Creación de una nueva historia	29
Figura 25. Prototipo inicial – Carrusel de escenarios	30
Figura 26. Prototipo inicial – Visualización de historias.....	30
Figura 27. Evaluación de la fase de diseño - Colocación de elementos en el lienzo.....	34
Figura 28. Evaluación de la fase de diseño - Botón de cámara	34
Figura 29. Evaluación de la fase de diseño –Evaluación de la fase de diseño - Funcionalidad de botón de cámara.....	35
Figura 30. Evaluación de la fase de diseño –Inclusión de miniaturas de escenas próximas.....	35
Figura 31. Evaluación de la fase de diseño – Guardado de historias	36
Figura 32. Evaluación de la fase de diseño –Visualización y búsqueda de historias.....	37
Figura 33. Evaluación de la fase de diseño –Compartición de historias	37
Figura 34. Evaluación de la fase de diseño –Camino Lógico	38
Figura 35. Prototipo final – Pantalla inicial	39
Figura 36. Prototipo final – Ventana de opciones.....	40
Figura 37. Prototipo final – Subinicio de historias	41
Figura 38. Prototipo inicial – Lienzo de historias	41
Figura 39. Prototipo final – Lienzo de historias.....	42
Figura 40. Prototipo final – Visualización de todas las historias	43

Figura 41. Prototipo final – Visualización de una historia concreta.....	43
Figura 42. Esquema general de la navegación entre las pantallas de la aplicación.....	47
Figura 43. Pantalla inicial en inglés	52
Figura 44. Pantalla con el menú de las opciones principales en inglés.....	53
Figura 45. Ejemplo de creación de una escena de la historia	53
Figura 46. Pantalla de visualización de historias.....	54
Figura 47. Visualización de la historia que acabamos de crear.....	54
Figura 48. Organización de carpeta del prototipo en el servidor	55
Figura 49. Organización de archivos	56
Figura 50. Escena 1 “ <i>Los vengadores</i> ”	62
Figura 51. Escena 2 “ <i>Los vengadores</i> ”	63
Figura 52. Inserción de texto en la historia por un participante del IPP.....	64
Figura 53. Niña del IPP creando una nueva historia	66
Figura 54. Proyecto en pizarra digital	67
Figura 55. Escena 1 - “ <i>El bosque encantado de amor</i> ”.....	69
Figura 56. Escena2 - “ <i>El bosque encantado de amor</i> ”	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las aplicaciones orientadas a personas con TEA para dispositivos Android.....	20
Tabla 2. Evaluación de la fase de diseño - Título de la aplicación.....	33
Tabla 3. Evaluación de la fase de diseño - Uso del carrusel.....	34
Tabla 4. Evaluación de la fase de diseño – Uso intuitivo del carrusel.....	35
Tabla 5. Cuestiones generales - Colores usados en la interfaz	38
Tabla 6. Cuestiones generales - Sencillez del prototipo.....	38
Tabla 7. Estructura de ficheros de la aplicación.....	51
Tabla 9. Resumen de los perfiles de participantes en el IPP.....	63

1. MOTIVACIÓN

La tecnología juega un papel importante en las vidas de las personas. Con los avances que ha habido en las últimas dos décadas, hemos aprendido a utilizar múltiples dispositivos dejando casi de lado cualquier producto no digital. El avance de la tecnología es muy importante en nuestras vidas porque mejora nuestra calidad de vida tanto personalmente como en el ámbito laboral. Hoy en día todo está informatizado y no nos damos cuenta de la importancia que esto ha supuesto para nosotros. La comunicación es quizás el aspecto más importante en este avance pues permite conectarnos con familiares y amigos, o establecer una reunión a larga distancia sin la necesidad de viajar. Hemos pasado de utilizar ordenadores enormes con poca capacidad a los *ultrabooks* y tabletas, de móviles con teclado a móviles táctiles con la potencia de un computador que nos hacen la vida más fácil permitiéndonos llevar toda nuestra vida en un solo dispositivo portable: agenda, cámara, apuntes, alarma, etc.

La tecnología no sólo ha beneficiado a personas que no tienen ningún tipo de discapacidad sino que para estas personas, la tecnología informática les permite hacer más sencillas sus vidas ayudándoles a trabajar, entretenerse y mejorar. Una de las ventajas de estos avances es que hoy en día, gracias también al desarrollo de la informática para instrumentos médicos, un soporte médico es mucho más fiable y seguro con un equipo de monitorización.

A pesar del avance de la sociedad en armonía con la tecnología, aún no todas las tecnologías que se desarrollan son accesibles para todas las personas. La tecnología móvil está en auge por su sencillez, tanto para niños como para mayores, y la posibilidad que nos ofrece de estar informados por la red y ser informados. Entre estos productos cabe destacar *smathphones* y tabletas porque suponen un enorme avance en la educación accesible a todos y para todos. Es un gran instrumento para favorecer la educación y el desarrollo, un ejemplo actual, es el de Apple, que con su último *iPad* pretende ayudar al sector de la educación¹.

La educación es un derecho que poseen todas las personas indiferentemente de sus capacidades intelectuales o de desarrollo. Por este motivo, la accesibilidad es una característica muy importante en personas que tienen alguna discapacidad como el caso de

¹ Página oficial de Apple <http://www.apple.com/es/education/ipad/>

las personas con Autismo que son capaces de mejorar con el uso de esta tecnología en su vida diaria.

Considerando la definición dada por la "Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad"², "la accesibilidad es un derecho que implica la real posibilidad de una persona de ingresar, transitar y permanecer en un lugar, de manera segura, confortable y autónoma". Esto implica romper las barreras sociales para que todos podamos tener las mismas posibilidades tengamos o no una discapacidad.

En los últimos años ha habido una mayor demanda e interés por hacer aplicaciones accesibles que puedan ayudar, especialmente a niños a mejorar sus capacidades. Se realizan concursos y eventos de aplicaciones móviles con el objetivo de empujar a los desarrolladores a investigar en este ámbito.

1.1. TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA

El autismo o Trastorno del Espectro Autista (TEA) es una enfermedad que afecta al neurodesarrollo de las competencias sociales, comunicativas y lingüísticas generalmente.

Hay muchos grados de autismo que se dividen en grado leve, moderado y severo dependiendo de los síntomas y de la edad cronológica, además de distintos tipos. Este trastorno se da tanto en niveles altos de inteligencia como en bajos por lo que no se considera un patrón a tener en cuenta generalmente, pero sí es una característica propia del tipo de autismo denominado síndrome de Asperger.

Las personas con Asperger tienen la cualidad de grandes capacidades intelectuales, llegando en algunos círculos a relacionar este síndrome con la genialidad. El síndrome de Asperger se diferencia del autismo infantil en que no se detecta retraso en la capacidad lingüística de la persona, además son capaces de poder subsistir solos sin ayuda en un futuro. A diferencia del síndrome de Asperger, el TEA requiere de una mayor atención hacia la persona y una mayor ayuda ya que puede que nunca lleguen a hablar o a mejorar su capacidad de socialización. Sin embargo, estos dos tipos de autismo tienen características comunes como el interés hacia temáticas especiales e idiomáticas y la aversión a la comunicación con otras personas. Por todos estos motivos y con el objetivo de poder obtener una mejora notable en

² Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad <http://www.convenciondiscapacidad.es/>

el niño, es muy importante la atención en ellos y recibir un diagnóstico lo más temprano posible.

En los últimos años, ha habido un aumento de diagnósticos que finalmente resultan en esta enfermedad sin saber aún la causa exacta a pesar de que se manejan varias hipótesis. Una de las hipótesis más aceptadas es una posible alteración genética. Se cree en esta teoría debido a que se presenta la coincidencia de que en familias con alguna persona con TEA tienen más posibilidades de tener hijos con autismo, pues se ha dado el caso de que incluso hermanas gemelas han tenido un hijo con autismo.

A continuación se desarrollan las alteraciones de la enfermedad de una forma más extensa. Los síntomas se producen principalmente en tres áreas:

1. **Relaciones sociales:** Dependiendo del comportamiento de la persona con TEA, se pueden confirmar distintos niveles de gravedad (contacto ocular, interés en compartir...). Este síntoma se puede detectar desde una edad muy temprana cuando las capacidades sociales del bebé no se corresponden con su tiempo, por ejemplo, no presentar ningún tipo de respuesta ante su nombre o no quiere jugar con nadie.
2. **Comunicación:** Hay personas con esta enfermedad que nunca llegan a hablar y otros que tienen un retraso comunicativo respecto a la normalidad. Esto es debido su incapacidad de socialización, lo que no les permite centrar toda su atención en aprender el idioma, es posible incluso que comiencen a aprender otro idioma en el que se interesen o crear su propio idioma lo que dificulta la comunicación y requiere cortar la interacción con ese idioma. Las personas que nunca llegan a hablar les resulta mucho más difícil comprender el mundo a su alrededor.
3. **Comportamiento:** Pueden percibirse rechazos al cambio, repeticiones, etc. Por esta razón, es importante que se ofrezca actividades temporizadas e incluso un horario rutinario. Las personas con autismo necesitan tener un horarios con las actividades que van a realizar y el tiempo de duración de las mismas para concienciarles de ellas.

El autismo no tiene cura, pero sí se puede mejorar a lo largo de la vida aunque esto depende del grado de la enfermedad, del ámbito familiar de la persona y lo más importante, de recibir un diagnóstico lo más temprano posible como ya se ha comentado anteriormente.

La característica principal de esta enfermedad es la falta de socialización, por ello, la relación con la tecnología es muy importante por la ayuda en su desarrollo. Son dispositivos

que les gusta manejar puesto que les responden y les siguen como ellos quieren sin llevarles la contraria. Por esta razón, para estas personas resulta muy beneficioso utilizar estos instrumentos. En especial, los ordenadores y la tecnología móvil como tabletas son cada vez más usados para ayudar a las personas con TEA porque permite manejar su frustración, enseñarles a través de aplicaciones y juegos a desarrollar y comprender los sentimientos, a organizarse y mejorar.

1.2. OBJETIVOS

El diseño de esta aplicación surge por la necesidad de las personas con autismo por mejorar día a día y ayudarles a desarrollar las capacidades que tienen más desinhibidas. Se ha desarrollado una aplicación para tabletas centrada en la potenciación de la creatividad ya que estos niños interiorizan sus sentimientos y con la creación de historias pueden demostrar sus sentimientos e inquietudes sin miedo.

El objetivo principal es crear la aplicación en tabletas para que los niños puedan usarla y jugar en cualquier lugar y en el momento que deseen. Con esto, se pretenden los siguientes puntos:

- Potenciación de la creatividad de los niños con autismo ofreciendo una manera de desarrollar esta habilidad de una forma divertida y agradable.
- Ayudar a mejorar la sociabilidad mediante la compartición de historias y cómics creados.

La realización de cualquier aplicación requiere que los usuarios se encuentren involucrados desde los momentos iniciales para que ésta sea sencilla de utilizar. Además, es importante tener en cuenta aspectos de accesibilidad, especialmente cuando los destinatarios de la misma tienen algún tipo de discapacidad. Por este motivo, este trabajo ha seguido un proceso exhaustivo de diseño antes de realizar la evaluación con usuarios finales.

El siguiente apartado realiza un análisis de un grupo de aplicaciones móviles que se han diseñado especialmente para personas con autismo con el objetivo de recoger requisitos a tener en cuenta a la hora de realizar una aplicación informática para este colectivo y resumir los puntos que tienen en común.

1.3. ANÁLISIS

El análisis presentado en este apartado se centra en las aplicaciones que se encuentran en el sistema operativo Android de *smarthphones* y tabletas orientadas a personas con autismo. En concreto, se han seleccionado las siguientes siete aplicaciones: *NumberSequence*, *iTucanTalk*, *Diego Dice*, *Social Stories*, *Scheduler*, *Logopedia* y *AllSmiles*. Estas aplicaciones han sido elegidas con el propósito de concluir cuáles son sus características comunes y en qué se diferencian. Si se desean conocer otras aplicaciones orientadas a personas con autismo del sistema operativo iOS, se pueden encontrar en la memoria del proyecto de mi compañero Carlos Cupeiro Durán.

1.3.1. NumberSequence

La aplicación *NumberSequence* trabaja las habilidades matemáticas. Ayuda a los niños con autismo que tengan problemas con las secuencias de números. Durante las distintas pantallas de esta aplicación, aparecen dos personajes principales agradables que hacen que el niño se familiarice con la aplicación y le llame la atención. En primer lugar, esta aplicación va mostrando pequeñas secuencias de números y después el niño tiene que intentar realizar la secuencia correctamente. La Figura 1 muestra una pequeña secuencia de números que el niño deberá recordar.



Figura 1. *NumberSequence*- Secuencia de números a recordar

En la Figura 2 se pregunta al niño una secuencia de números y se le pregunta sobre el número que falta ofreciéndole cuatro opciones entre las que el niño tendrá que elegir.



Figura 2. *NumberSequence*- Completar secuencias

Como se puede observar, la interfaz es bastante sencilla sin botones eliminando posibles elementos distractores. Generalmente, los iconos en los que se debe contestar son bastante grandes para diferenciarse. Sólo cuenta con las opciones necesarias para contestar a la secuencia y las que pertenecen al menú principal de la aplicación. Sería recomendable que estas opciones aparecieran con forma de botón o con un cierto relieve que ayude al niño a comprender dónde debe pulsar resaltando esta parte.

Cuando el niño acierta, la aplicación ofrece un refuerzo con aplausos y un muñeco felicitando al niño (véase la parte izquierda de la Figura 3). Si falla no hace nada, simplemente muestra otra secuencia para que lo intente de nuevo (parte derecha de la Figura 3).



Figura 3. *NumberSequence*- Refuerzos ofrecidos

Aparte de esta aplicación, existen otras que trabajan las secuencias de números como por ejemplo, “1,2,3 order” o “Show me numbers” que tiene mismos personajes. El motivo de la selección de esta aplicación es que ha sido desarrollada expresamente para niños con autismo. En la misma línea con mismos personajes y mismo funcionamiento existen más aplicaciones que enseñan los colores.

1.3.2. iTucanTalk

iTucanTalk tiene como objetivo ofrecer una forma de comunicación con frases básicas y esenciales especialmente para los niños con más dificultades en la comunicación o que no hayan desarrollado el habla completamente, siendo éste un síntoma de algunos grados de autismo. La aplicación es muy visual proporcionando al niño una facilidad de comprensión mayor para establecer la comunicación construyendo frases. La Figura 4 presenta la ventana principal con distintos pictogramas entre los que el niño puede elegir para crear una frase o diseñar una nueva tarjeta. Los pictogramas están acompañados de una palabra clave que da el significado al mismo.

Un ejemplo de creación de una frase arrastrando varios iconos a la parte superior puede verse en la Figura 5. Si se pulsa en el bocadillo que se encuentra en la parte de arriba de la ventana se puede escuchar una voz que dice la frase. Esto es un aspecto muy positivo de la aplicación porque puede ayudar al niño que no sabe leer o que no ha desarrollado la capacidad del habla a mejorarla y comprender mejor la situación. La aplicación en este sentido presenta la misma información de tres formas: visual, textual y auditiva.

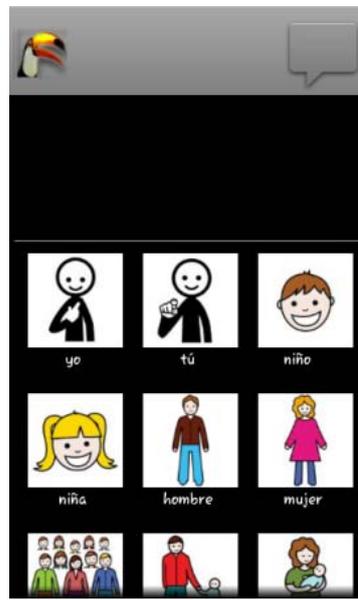


Figura 4. *iTucanTalk*- Ventana principal con pictogramas



Figura 5. iTucanTalk– Creación de una frase

La aplicación contiene un menú secundario en el que se permite diseñar una nueva tarjeta con otras palabras, agregar nuevos pictogramas al teléfono y un menú de ajustes en el que se pueden cambiar algunas características como el idioma (véase la parte izquierda de la Figura 6). Al añadir pictogramas, se escribe la palabra deseada y la aplicación ofrece opciones al usuario. Sería conveniente que también se pudiese buscar el pictograma a añadir mediante voz por si es el caso de un niño que no sabe escribir. A través de los ajustes (parte derecha de la Figura 6), se permite cambiar el idioma de la aplicación además de añadir una nueva tarjeta o salir de la aplicación.

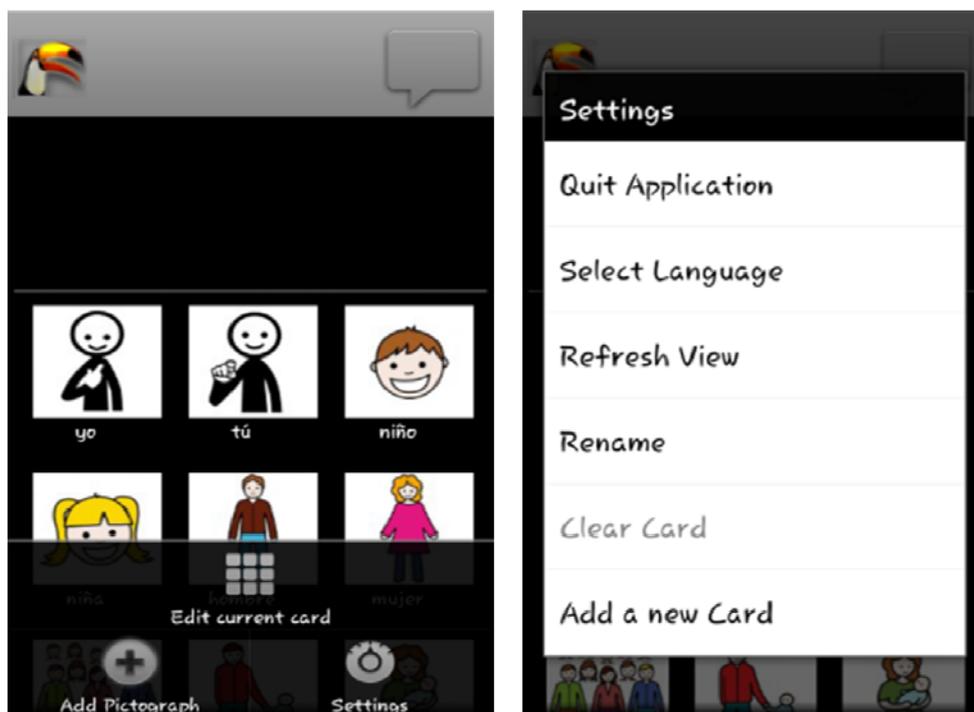


Figura 6. iTucanTalk- Menú secundario y opciones de configuración

Esta interfaz no contiene ningún botón en especial aparte de permitir pulsar los iconos para hacer las frases y el icono que hace que la aplicación diga la frase creada. En este aspecto, coincide con la aplicación de *NumberSequence*. Sin embargo, a diferencia de *NumberSequence*, es una interfaz menos atractiva pues la anterior contenía colores muy llamativos que atraen la atención del niño, sin embargo, en *iTucanTalk* no existen colores demasiado vivos a excepción de los presentados en algunos pictogramas. Al permitir hacer fotos y añadirlas hace que se fomente su imaginación e interés. También es un punto positivo que tras construir la frase se escuche en voz alta.

1.3.3. Diego Dice

Se trata de una aplicación que tiene un objetivo parecido al de *iTucanTalk*. Se intenta crear una forma de comunicación para personas con problemas de autismo que quieran expresar algo que quieren u otros sentimientos. Se diferencia de *iTucanTalk* en que, *Diego Dice* permite crear frases con verbos: “*Yo quiero dulces*”. Igual que en la aplicación anterior, ésta repite la frase en alto para que se pueda escuchar.

El menú principal es un menú muy simple, sólo hay dos opciones representadas por dos botones: iniciar y ayuda. De esta forma se evita que el niño pueda confundirse o frustrarse al encontrarse con demasiadas opciones. Un punto negativo de este menú es que no hay refuerzo visual, las dos opciones se presenta exclusivamente en forma textual. Sería conveniente que cada opción tuviera un icono representativo de la palabra para favorecer el uso de los niños que no saben leer.

La frase que se configura, consta de un verbo (“yo quiero, “yo estoy” o “yo voy”) y una palabra como la de la imagen. En este paso, todas las palabras y verbos vienen representadas con iconos favoreciendo a aquellos niños que no sepan leer ya que les permite comprender o elegir lo que quieren expresar. La Figura 7 muestra un ejemplo de una palabra que acompaña a un verbo.

En la Figura 8 se puede ver todas las opciones que se permiten elegir. En la parte superior se presentan las tres formas verbales que se permiten en la aplicación seguidas de una colección de imágenes agrupadas en categorías. La aplicación no ofrece demasiadas opciones, además en la versión gratuita sólo se permite elegir el verbo querer, por esta razón, esta aplicación no es demasiado recomendada y es posible que no se use tanto como *iTucanTalk*.



Figura 7. *Diego Dice* - Escogemos lo que deseamos



Figura 8. *Diego Dice* - Configuración de la frase

Diego Dice no ofrece tantas posibilidades como la aplicación anterior, no sólo por ofrecer un mínimo de palabras en la frase y no presentar todas las opciones en su versión gratuita sino porque no permite crear nuevas palabras o realizar fotos favoreciendo el uso a los niños con TEA. En este sentido la aplicación iTucanTalk es mucho más flexible y tiene más potencial respecto al uso diario de la comunicación de los niños.

1.3.4. Social Stories

Social Stories explica distintas situaciones que se pueden suceder en el día a día y pueden ser difíciles o complicadas de comprender para niños con autismo. La aplicación permite crear tu propia situación desde una página de Internet y añadirla como una más al conjunto que viene por defecto.

En la siguiente figura se puede ver el menú principal *de Social Stories*. Este menú contiene distintas opciones entre las que se encuentra un icono de contacto que nos informa del lugar o del número de teléfono para ponernos en contacto con los creadores. El menú también nos ofrece una descripción sobre la propia aplicación en la opción “*What are these?*”. La funcionalidad principal es presentar situaciones que puedan resultar difíciles de comprender para personas con autismo ayudándoles a superarlas o a saber cómo reaccionar si ocurriera esa situación.



Figura 9. *Social Stories*- Menú principal

En las siguientes figuras se muestran las distintas situaciones que presenta *Social Stories*. Las historias se ayudan de ilustraciones para atraer la atención del niño y que éste pueda comprender mejor la situación que se está dando. Sería bueno que además de un refuerzo visual se tuviera también un refuerzo auditivo para aquellos que no sepan leer. De esta forma los mensajes textuales que ofrece la aplicación serían más comprensibles por los niños.

La Figura10 muestra las dos primeras situaciones que ofrece esta aplicación. Por un lado, la primera historia (*Getting Ready*) trata de prepararse para ir al colegio, describiendo las tareas que se realizan antes de ir al colegio o qué días hay que acudir al centro (véase la parte izquierda). Por otro lado, *Taking Turns* (parte derecha de la figura) explica a los niños cómo compartir o jugar creando unos turnos donde todos se diviertan. Esta situación puede ser

complicada para los niños con autismo puesto que uno de los graves problemas que tienen es la socialización, provocando que quieran jugar solos o no compartir.



Figura10.Social Stories –Getting Ready for School and Taking Turns

Schedule Changes aborda un tema que para los niños con TEA es muy importante: su día a día debe ser muy guiado, decirles en todo momento qué van a hacer y cuánto tiempo (véase la Figura 11). Para ello, se sirven de un horario o calendario que les guía. Es común que los niños con TEA tengan este tipo de calendarios tanto en sus centros educativos como en sus hogares.

La Figura12 muestra los dos últimos ejemplos de situación. En la parte izquierda se puede ver una situación donde se trata de enseñar a los niños que no se debe coger las cosas de los demás. Este concepto es muy difícil de comprender para las personas con TEA. En primer lugar, ellos no comprenden el término robar como algo malo. Las personas con autismo no tienen un concepto de bueno o malo como lo pueda tener otra persona, por eso es muy importante explicarles estas cosas y sentarles lo que es bueno o malo desde el principio. Además, al tener falta de teoría de la mente o empatización, es difícil que comprendan que una cosa pertenece a otra persona. La segunda situación que se plantea en esta figura es aprender a controlarse en las situaciones en las que puedan sentirse enfadados o frustrados. Algunas personas con autismo pueden presentar casos de violencia cuando se sienten de esta manera. En esta situación, se explica que cuando se sientan frustrados es bueno hablar y no ser agresivos.



Figura 11. Social Stories– Schedule changes



Figura12.Social Stories – Stealing y Using my words

Social Stories es una aplicación muy importante porque trata temas que puedan resultar difíciles o duros de comprender o saber cómo reaccionar, de esta forma, se les explica qué deben o no deben hacer ayudándoles a actuar en esos casos. Es una aplicación importante desde el punto de vista de transferencia de los conocimientos adquiridos mientras trabajan con ella a su día a día. Como puntos positivos, aparte de los temas elegidos que están centrados en dificultades habituales para este colectivo, es la visualización de imágenes en cada historia que ayuda a atraer la atención del niño y a entenderla mejor para aquellos que no sepan leer. Sería bueno que también se ofreciera un refuerzo por voz leyendo al niño las historias al igual que se ha visto que lo hacían aplicaciones anteriores.

1.3.5. Scheduler

Esta aplicación tiene como objetivo que las personas con autismo puedan tener una organización creando aquí un calendario con las distintas actividades diarias. Como ya se ha comentado anteriormente, las personas con autismo necesitan una organización para saber la duración de las actividades y qué hacer en cada momento. Necesitan seguir una rutina diaria. La aplicación les permite crear tarjetas personales usando fotos ya hechas o tomando nuevas. Además se puede grabar en la tarjeta la voz de la persona que crea la tarjeta. Las tarjetas se pueden organizar en distintas categorías. Tras colocar la tarjeta, si pulsas sobre ella se escucha la actividad a realizar en cada instante.

La Figura 13 muestra en su parte izquierda el menú inicial donde hay tres opciones: el calendario de actividades, una galería para añadir tarjetas y las opciones. Si el usuario pulsa la opción de opciones, accede a la pantalla que se ve en la parte derecha de la misma figura. Como se puede ver, las opciones no son muy extensas, permitiendo quitar o habilitar el sonido y la edición de tarjetas aparte de consultar la información de la propia aplicación.

En el calendario de actividades, se muestran las actividades a realizar en cada momento a partir de tarjetas. En la galería podemos elegir las distintas tarjetas que muestran las distintas actividades que se ofrece al niño para ayudarle a seguir la rutina. También se permite crear tu propia actividad y añadirla a la galería. En la parte izquierda de la Figura 14 se muestra el calendario de actividades y en la derecha, la galería de actividades y tarjetas. Además, la aplicación permite al usuario crear su propia tarjeta de actividades eligiendo una foto de la galería de nuestro dispositivo además de añadirle una descripción por voz o un nombre a la actividad (véase la Figura 15).

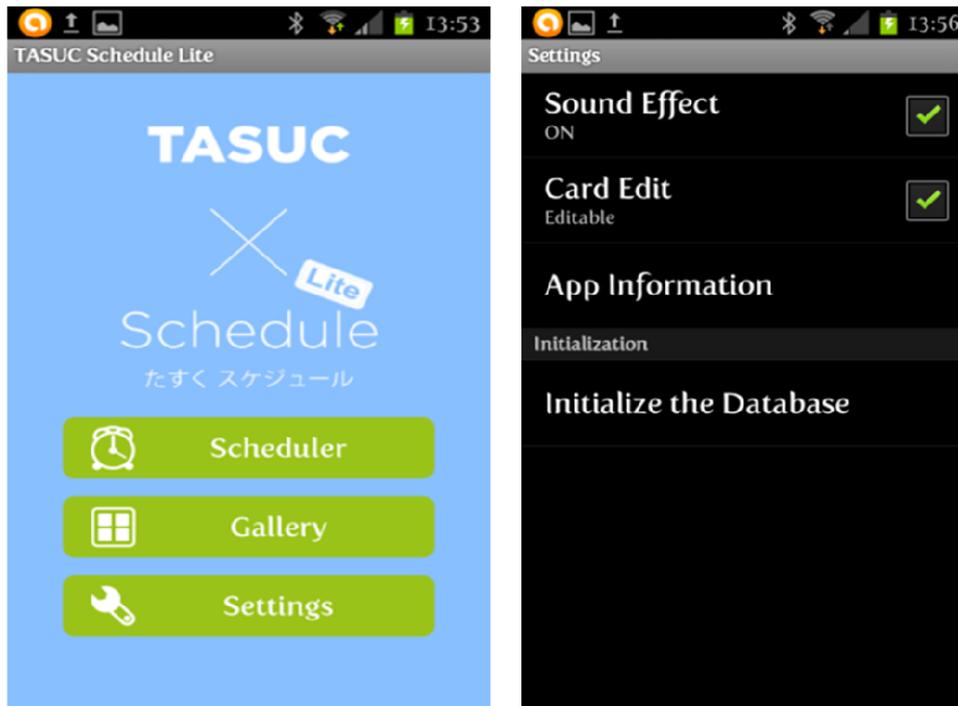


Figura 13. *Scheduler* - Menú de inicio y opciones de configuración

Scheduler es una aplicación muy flexible y útil porque permite a familias que tengan algún miembro con autismo crear un calendario personalizado de actividades que ayuden al día a día. Es sencilla de utilizar y además permite crear tus propias actividades combinando fotos personalizadas y voz.



Figura 14. *Scheduler* - Calendario de actividades y galería de actividades y tarjetas



Figura 15. Creación de tarjetas de actividades

1.3.6. Logopedia

Logopedia es una aplicación muy parecida a las anteriores en las que el objetivo era ayudar a expresarse y comunicarnos con los demás para expresar deseos y sentimientos, especialmente para aquellos que tienen mayores problemas de expresión oral. Se trata de elegir una acción (quiero/no quiero) y elegir los objetos que se deseen.

Igual que en las anteriores, el usuario debe elegir el icono que expresa “yo (no) quiero” y una acción como beber, descansar, etc. En la siguiente figura se muestra la pantalla principal de la aplicación. La pantalla está muy centrada en el objetivo principal que es elegir las palabras adecuadas para expresar un deseo, sin opciones ni elementos distractores. Cada acción y elemento en la pantalla contiene texto e imagen que ayudan al niño con TEA a comprender la función que debe realizar (véase la Figura 16).

Como ya se ha comentado, la aplicación no contiene ninguna opción o menú aparte de la funcionalidad principal de la aplicación. Como aspectos positivos cabe destacar que cada acción combina texto y dibujo, característica muy importante para personas con esta discapacidad. Para poder mejorar la aplicación sería conveniente permitir añadir nuevas acciones mediante fotografías o Internet, haciendo un poco más personalizada esta aplicación, permitiendo al niño reconocer acciones de su entorno.



Figura 16. Logopedia – Pantalla principal

1.3.7. AllSmiles

AllSmiles es una aplicación que intenta que las personas con autismo mejoren su comprensión y expresión de los sentimientos a partir de un juego en el que aparecen distintas caras con diferentes expresiones y el jugador deberá pulsar sobre aquellas caras que estén sonriendo. *AllSmiles* es una aplicación muy recomendada para personas con TEA ya que una de las carencias que sufren es la comprensión y expresión de sus sentimientos. Las personas con autismo no entienden la diferencia entre reír, llorar, enfadarse, estar contento, entre otras. Para ellos, todo significa lo mismo por lo que es muy importante ayudarles a comprender estas diferencias.

En la pantalla inicial del juego se selecciona el nivel del mismo y dependiendo de la dificultad elegida habrá más o menos caras entre las que habrá que identificar la cara sonriente. La Figura 17 muestra esta pantalla inicial de selección de nivel.

Esta aplicación tiene un aspecto muy negativo para las personas con autismo y es que si se equivocan al elegir las caras sonrientes y el tiempo se acaba, se les informa del error de forma muy agresiva lo que puede provocar frustración y enfado en ellos.



Figura 17. AllSmiles - Selección del nivel

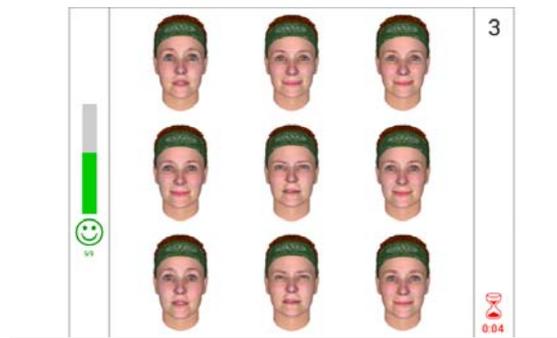


Figura 18. AllSmiles - Pantalla de juego

1.4. CUADRO RESUMEN

Como conclusiones del estudio de aplicaciones existente en el sistema operativo Android, se puede resumir que las aplicaciones para personas con autismo contienen mucho refuerzo visual y permiten personalizar a partir de fotografías o audio. En las aplicaciones estudiadas generalmente se cumplen estas características, pero deberían incluir otras como visualización de texto en mayúsculas y minúsculas, interfaces simples con elementos no demasiado pequeños que dificulten la visualización.

Es muy importante que las aplicaciones dirigidas a personas con Trastorno del Espectro Autista no contengan elementos distractores o refuerzos negativos al fallar o al acabarse un tiempo determinado, pues esto genera frustración y enfado en ellos. Se debe facilitar la comprensión y uso para estas personas prestando atención en los síntomas que produce esta enfermedad con el objetivo de permitir que sea usada por todos sin importar el grado de autismo que se tenga, incluso para permitir el aprendizaje en niños que no tengan esta discapacidad.

Cuando se comienza un proyecto dedicado al desarrollo de aplicaciones, hay que ser conscientes de que esa aplicación debe ser fácil de usar y que todas las personas, independientemente de tener algún problema de discapacidad o no, puedan utilizar la aplicación. Esto se refiere a la usabilidad y accesibilidad de una aplicación. La usabilidad se basa en unos principios que se deben incluir cuando desarrollamos una aplicación de estas características: retroalimentación, facilidad de aprendizaje, restricciones a evitar, familiaridad de los objetos y prestaciones visibles siempre centrándonos en las aplicaciones para personas con autismo. La accesibilidad de una aplicación para personas con discapacidad debe contener interfaces intuitivas simples y fáciles de usar.

La Tabla 1 presenta un cuadro que resume las características de las aplicaciones, enfocándose en las características de usabilidad. Si analizamos el cuadro, hay una aplicación de las estudiadas en los apartados anteriores que cumple todas las características tanto de usabilidad como de accesibilidad y es *iTucanTalk*. *iTucanTalk* es fácil de aprender porque contiene refuerzos muy visuales y que el usuario puede relacionar. Además es flexible porque permite añadir nuevos objetos y es una aplicación coherente ya que mantiene la misma función en todas las pantallas (con un toque seleccionamos un elemento). En cuanto a la accesibilidad, esta aplicación es perceptible (si pulsamos sobre el bocadillo sabemos que vamos a escuchar algo), operable porque permite al usuario interactuar sin límites y tener todas las opciones accesibles mediante la pantalla del teléfono, y por último es robusta porque se puede utilizar sin importar la versión de *Android* que se tenga en el teléfono.

En cambio, la aplicación menos recomendable para los niños con TEA es *Social Stories* ya que no aporta nada de interacción al usuario. Esta aplicación simplemente prepara en cierto modo a las personas con TEA a superar ciertas situaciones de la vida cotidiana, enseñándoles cómo actuar en cada caso, pero los usuarios no tienen que interactuar con ella, como por ejemplo hacer actividades para ver si han comprendido la situación, etc. Además, esta aplicación presenta la información solamente de forma textual y la persona con autismo no ofrecerá ningún interés ya que uno de los elementos principales es representar la información de forma visual. Tampoco, la aplicación ofrece una característica muy importante que es poder escuchar cada situación pues algunas personas con TEA no aprenden a leer por lo que esta aplicación quedaría inservible para ellos.

Tabla 1. Resumen de las aplicaciones orientadas a personas con TEA para dispositivos Android

NOMBRE	USABILIDAD			ACCESIBILIDAD		
	FACILIDAD DE APRENDIZAJE	FLEXIBILIDAD	SOLIDEZ	PERCEPTIBLE	OPERABLE	ROBUSTO
Number Sequence						
iTucanTalk						
Diego Dice						
Social Stories						
Scheduler						
Logopedia						
AllSmiles						

En la tabla, se puede ver que *Social Stories*, es la aplicación que menos características de usabilidad y accesibilidad cumple a excepción de la operabilidad y robustez propias de accesibilidad. *Social Stories* no aporta flexibilidad porque no permite crear tus propias situaciones y personalizarlas, facilidad de aprendizaje puesto que, como ya se ha comentado, para un niño que no sepa leer esta aplicación no le aporta nada ya que los mensajes son textuales, y por último no ofrece perceptibilidad, los niños especialmente perderían cualquier interés en la aplicación al no tener más interacción que seleccionar cada situación incluida.

También se puede observar que todas las aplicaciones son robustas, es decir, se intenta que las aplicaciones puedan ser utilizadas en cualquier teléfono *Android* sea cual sea su versión. Incluso algunas tienen versión para PC con *Chrome* o dispositivos *Apple*. Sin embargo, la flexibilidad es la característica que menos se cumple. Esto se puede deber a intentar que los niños no aparten la función principal de la aplicación por jugar añadiendo y personalizando las características de la aplicación aunque por otra parte es una característica buena para que puedan añadir sus propias imágenes, palabras, etc. y fomentar su creatividad y transferencia de los conceptos que están trabajando con su entorno. Las dos aplicaciones que cumplen la

flexibilidad son quizás las dos más interesantes para las personas con autismo, *iTucanTalk* y *Scheduler* permitiendo añadir nuevas palabras e imágenes en el primer caso y nuevas tarjetas para el calendario rutinario en el segundo.

Para el desarrollo de la aplicación se ha contado con la ayuda de personas especializadas en la educación especial que han aportado la parte psicológica al proyecto aprobando aquellas características que se pudiesen ver afectadas, como es el comportamiento de la aplicación hacia el niño. Su colaboración ha sido una pieza clave en todo el proceso de diseño, implementación y pruebas de este Trabajo Fin de Grado.

2. PLANIFICACIÓN

Con el propósito de organizarnos y ponernos límites en la tarea para no retrasarnos en el proyecto, se ha realizado la siguiente planificación mediante un diagrama de Gantt y un diagrama de Pert. De esta forma, conocemos nuestro camino crítico y tenemos una estimación de tiempo de cada una de las tareas que debemos realizar para finalizar con éxito este proyecto.

2.1. DIAGRAMA DE GANTT

En el diagrama de Gantt (véase la Figura 19), se ha estimado una fecha de finalización para finales de Mayo y se puede observar claramente que el camino crítico es el de la memoria puesto que hay que ir realizando a lo largo de todo el desarrollo del proyecto, documentando y detallando el proceso.

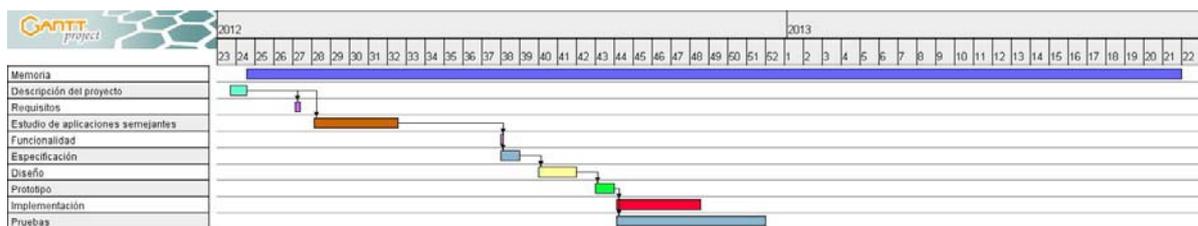


Figura 19. Diagrama de Gantt

Este proyecto se comenzó en Junio ya con la especificación del trabajo y una cierta idea sobre su contenido y extensión. En el diagrama de Pert que se muestra en la Figura 20 se puede observar mejor las fechas de inicio y fin de cada tarea.

2.2. DIAGRAMA DE PERT



Figura 20. Diagrama de Pert

En el diagrama se puede observar que el camino crítico es la memoria y tiene una duración de 346 días, es decir, de casi un año que es la duración del proyecto hasta su finalización.

Como se puede ver las tareas con más duración, aparte de la memoria, son la implementación, el estudio de aplicaciones del apartado anterior de la memoria y las pruebas. Esto es porque son tareas que tienen mucho peso en el éxito del proyecto, especialmente las pruebas con usuarios reales.

Al final esta planificación se alargó en el tiempo debido a cambios que se tuvieron que realizar en el diseño de la aplicación y a limitaciones tecnológicas que surgieron en la fase de implementación y que serán comentadas en los siguientes capítulos.

3. DISEÑO

Tras el primer estudio para la construcción del proyecto, se procede al diseño del primer prototipo para posteriormente construir el diseño final de la aplicación. Para el diseño del prototipo se han tenido en cuenta las opiniones de profesores de educación especial y personas que están cercanas a las personas con autismo. A continuación, se describe el prototipo inicial, la forma en que se han recogido los primeros requisitos, el análisis de los datos extraídos de una primera evaluación inicial con maquetas y por último, como estos datos se integran con el prototipo final.

3.1. PROTOTIPO INICIAL

El prototipo, se ha basado en la intención de construir una interfaz accesible y usable. Para conseguir este objetivo nos hemos basado en la utilización de colores vivos, personajes y opciones que atraen la atención de los usuarios ya que era una de las características que cumplían la mayoría de las aplicaciones destinadas a personas con TEA. Además, se ha tenido en cuenta que la mayoría de los elementos fueran visuales para que personas que no han adquirido todavía la capacidad de lectura pudieran interactuar con esta aplicación sin ningún tipo de problemas.

El prototipo inicial constaba de:

- Pantalla de inicio en la que se visualizan tres opciones: la creación de historias, cómics y la ventana de opciones. En esta primera ventana, se presenta a las mascotas elegidas, una brocha y una paleta que acompañará a los usuarios a lo largo del uso de la aplicación.
- Opciones que permiten hacer ajustes de la música de fondo, (des)activación de sonidos cuando el niño se encuentra interactuando con la aplicación, y selección del idioma.
- Creación de historias o cómics , pantalla en la que se pretende que los usuarios desarrollen su imaginación teniendo a su alcance todo lo necesario (personajes, objetos, escenarios, texto o bocadillo), incluso se pueden guardar imágenes además de que al terminar la historia se le dará un título y este quedará guardado para poder verlo cuando se desee.
- Ver historias o cómics pudiendo visualizar aquellos trabajos que hayamos terminado y guardado.

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, este Trabajo Fin de Máster se centra en la creación de historias y por tanto a continuación las explicaciones se restringirán a esta parte de la aplicación. Con el objetivo de definir cómo los niños interactuarían con la aplicación, se creó un manual donde se explicaba todas las pantallas del prototipo. Este manual fue utilizado posteriormente como guía para la evaluación del prototipo inicial de la aplicación. A continuación se presentan las pantallas iniciales del prototipo así como la definición de cómo se realizaría la interacción.

1. Pantalla de Inicio

En la pantalla inicial (véase la Figura 21) aparecen dos mascotas, una brocha y una paleta de colores, que ayudarán siempre y cuando se quiera con el botón de ayuda que aparecerá más adelante. En esta pantalla se puede elegir entre crear historias, cómics o abrir la ventana de opciones.



Figura 21. Prototipo inicial – Pantalla de inicio

2. Opciones

La Figura 22 presenta la pantalla desde la cual se pueden configurar las opciones aparece tras pulsar en la pantalla inicial sobre el botón de opciones. La pantalla opciones permite personalizar las siguientes características de la aplicación:

- **Música:** Mientras se interactúa con la aplicación, habrá una música de fondo suave que se podrá deshabilitar desde esta ventana.
- **Sonido:** El juego tendrá sonidos de efecto (por ejemplo, al pulsar un botón, eliminar un objeto, etc.). Esta opción también se podrá deshabilitar dependiendo de las necesidades del niño.
- **Idioma:** Habrá dos idiomas disponibles: español e inglés. Si se cambia el idioma, los textos de la aplicación se actualizarán de forma automática.
- **Inicio:** El icono de la casa nos devuelve a la pantalla de inicio de la aplicación.



Figura 22. Prototipo inicial - Opciones de configuración

3. Historias

Tras seleccionar en la pantalla inicial, la opción de crear historias, nos aparece la siguiente ventana en la que se da a elegir entre crear una nueva historia o visualizar las historias ya creadas (véase la Figura 23), funcionalidades principales de la aplicación.



Figura 23. Prototipo inicial – Opciones sobre historias

4. Crear historia

Si en la pantalla anterior se eligiera crear una nueva historia, aparecería una ventana en la que el usuario puede interactuar con distintas opciones (véase la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Esta pantalla también contiene un lienzo en el que se van a ir generando las historias con escenarios, personajes y objetos que el niños seleccionará de una serie de opciones.

Se permite la opción de hacer fotos para añadir sus propios escenarios, personajes u objetos a la escena. También se puede añadir audio a la historia pulsando el botón de voz. El botón de texto, deja al usuario contar la historia de forma escrita añadiendo texto en la misma escena si es una historia. Como se puede observar es la pantalla que tendrá más funcionalidad de toda la aplicación.

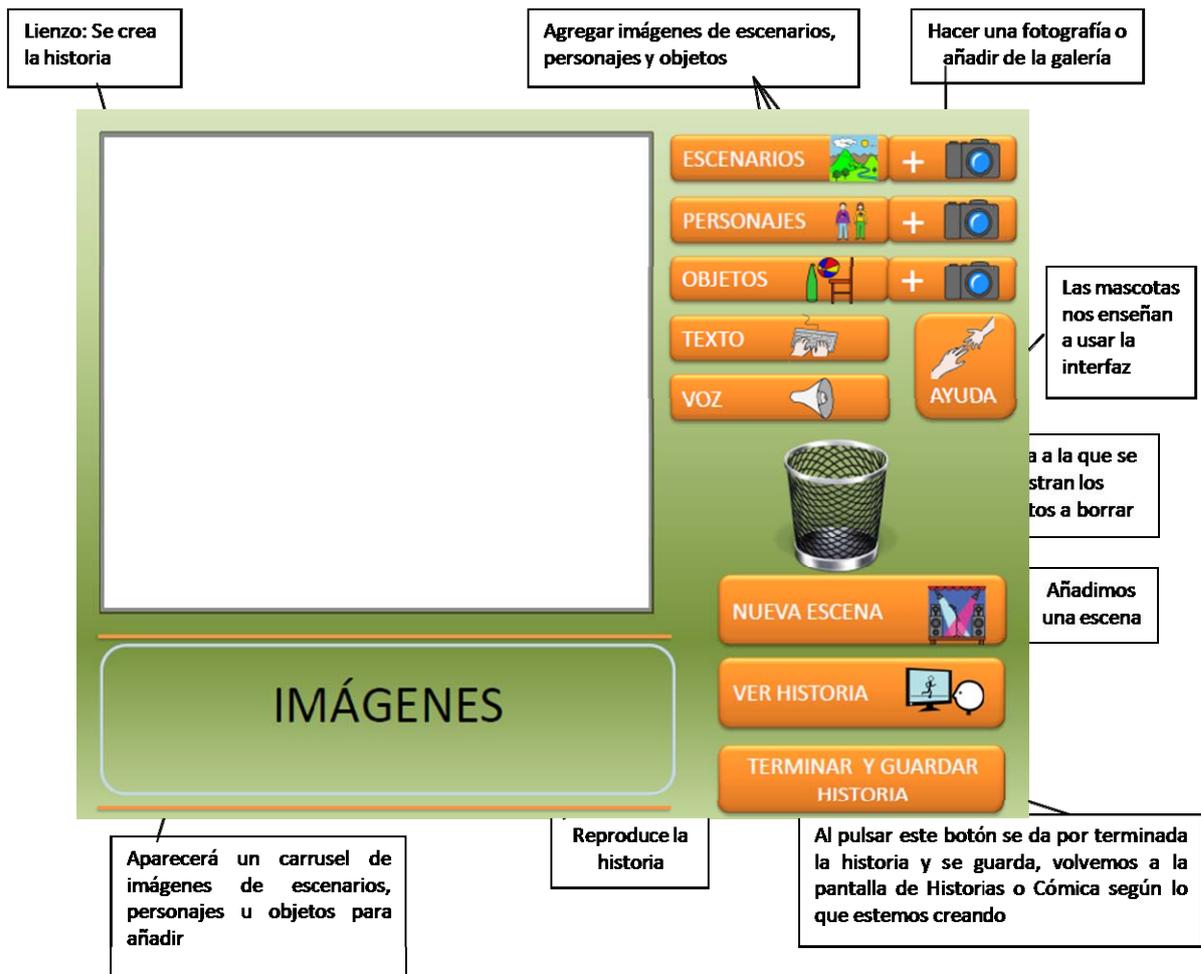


Figura 24. Prototipo inicial – Creación de una nueva historia

5. Carrusel de imágenes

La Figura 25 muestra cómo se pueden elegir imágenes de escenarios, personajes u objetos en la ventana del lienzo. Cuando el niño selecciona una opción, por ejemplo, escenarios, muestra las imágenes que tiene almacenadas de estos en el carrusel situado en la parte inferior de la venta. Este carrusel utilizará manipulación directa para que el niño seleccione la imagen que desee. En el caso que el niño seleccionase personajes u objetos en el carrusel se cargarían las imágenes correspondientes.



Figura 25. Prototipo inicial – Carrusel de escenarios

6. Mis historias

La ventana “Mis historias” (véase la Figura 26) muestra de forma parecida a un carrusel de imágenes las historias creadas en las que se puede ver la primera escena de cada historia para poder seleccionar la deseada.

Contiene un botón de búsqueda para buscarlas por el nombre y un botón con el título de ver historia para reproducirla. De la misma forma que en ventanas anteriores, si pulsamos la casa volvemos a la pantalla de inicio



Figura 26. Prototipo inicial – Visualización de historias

3.2. OBTENCIÓN DE REQUISITOS

Una vez diseñado el primer prototipo inicial se quiso realizar una evaluación preliminar del mismo donde se detectaran posibles dificultades de uso para las personas con TEA así como aclarar alguno de los aspectos donde no se tenía claro cuál era la mejor forma de actuar. En esta primera fase de validación, se contó con profesores de educación especial que trabajan día a día con niños con TEA y personas que conviven con ellos diariamente. Además de ellos, también participaron profesores de universidad especializados en el diseño de interfaces de usuario y profesores de primaria.

En esta fase de recogida de primeros requisitos, los expertos tenían que describir sus primeras impresiones sobre el prototipo, recomendaciones o críticas en el cuestionario que se creó para este propósito. El cuestionario elaborado se puede ver en el Anexo I de esta memoria.

Los participantes tenían perfiles distintos como ya se ha comentado, de esta forma, se tienen visiones distintas enfocadas en distintos puntos de la educación y la informática. Se contó con un total de 36 participantes, 29 profesores de educación especial, 4 profesores de Educación Primaria e Infantil y 3 profesores de universidad especializados en el diseño de aplicaciones usables y accesibles.

Los apartados siguientes comentan las encuestas que se han creado para la recogida de respuestas en los cuestionarios entregados, cómo se realizó el proceso de evaluación y el análisis de los datos obtenidos.

3.3. ENCUESTAS

La recogida de datos para construir el primer prototipo se han creado unos cuestionarios que los distintos participantes debían rellenar tras ver las imágenes del primer boceto. Las encuestas tratan de recoger toda la información que los participantes perciben al visualizar el prototipo. Las encuestas constan de las siguientes partes:

- **Pantalla de inicio:** Esta primera parte se centra en la pantalla de inicio y se hacen preguntas sobre el título, iconos y texto en los botones. Siempre todas las preguntas enfocadas hacia la capacidad de comprensión de los niños con TEA.

- Pantalla de opciones: La encuesta orientada a las opciones sigue la línea de la primera parte, pero además se da la oportunidad al participante de ofrecer su idea sobre si debe aparecer alguna opción más que parezca relevante.
- Pantalla de selección: En cuanto a pantalla de selección nos referimos a la selección entre crear una historia o visualizar una de las que están guardadas y han sido creadas previamente. En la pantalla de selección nos importa que los niños puedan leer perfectamente las cabeceras además de la opinión de los profesores sobre otras funcionalidades interesantes que se pudieran incluir.
- Lienzo: El lienzo es la pantalla más importante de la aplicación porque es donde los niños interactúan y donde concurre la acción principal de esta aplicación. Por esto, la encuesta pide una valoración sobre la posición y la usabilidad de los elementos en la pantalla como el carrusel de imágenes o el botón de la cámara, entre otros.
- Ver mis historias: Esta funcionalidad tiene como objetivo que los niños puedan visualizar sus historias siempre que deseen. Esta opción podría ser conflictiva ya que es posible que los niños con TEA no quieran compartir sus historias o no quieran guardarlas, por ello, esta parte del cuestionario recoge las opiniones de los profesores respecto a qué opciones creen que son las más apropiadas para este colectivo.
- General: Por último se quiere analizar en la encuesta las cuestiones más generales como color, sencillez de la aplicación o sugerencias de los participantes para la implementación del prototipo (aspectos que no se han tenido en cuenta, funcionalidades confusas, etc.).

Si se quiere ver de forma más detallada la encuesta que se realizó, se pueden encontrar en el Anexo I. Los datos de los evaluadores se informatizaron pasándolos a formato electrónico. Por un lado, las preguntas que contenían respuestas cerradas se pasaron a un Excel mientras que las abiertas se recopilaban en Word.

3.4. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de los datos se ha realizado con la herramienta de Excel y pantalla por pantalla se han recogido en tablas y gráficos. En este capítulo se van a mostrar los gráficos que se han creado tras la recopilación de datos de los cuestionarios, así como los aspectos más importantes que salieron durante esta sesión de evaluación que posteriormente se recogen en el prototipo final.

- Pantalla de Inicio: Centrando el cuestionario en la pregunta sobre el título que se ha puesto a la aplicación obtenemos los resultados de la siguiente tabla:

Tabla 2. Evaluación de la fase de diseño - Título de la aplicación

Título	Número de participantes
Muy bueno	2
Bueno	20
NS/NC	11
Malo	3
Muy malo	0

Cómo se puede ver, 20 personas opinan que el título es bueno y 11 no valoran la adecuación del título. Hay que tener en cuenta que muchas veces las personas encuestadas no expresan resultados muy negativos o positivos, y suelen tender hacia los valores medios. Además, de preguntar por la adecuación del mismo, se preguntó a los evaluadores por otras posibilidades. Estos indicaron que el título inicial “*Creatidibu*” era confuso ya que el objetivo de la aplicación era la construcción de historias, no la realización de dibujos. Por este motivo, en el diseño final el título se cambió a “*Hoy te cuento...*”, propuesta de una de las profesoras que participaron y que refleja de forma más concisa el objetivo de la aplicación.

- Lienzo: La pantalla del lienzo es la más importante de la aplicación porque es donde se desarrolla la acción principal. Para cerciorarnos de que la ventana del lienzo está construida de la mejor manera posible se han realizado varias preguntas en el cuestionario.

En cuanto a la colocación de los elementos se ha obtenido un resultado favorable, la mayoría de los participantes considera que la colocación de los elementos es buena como se puede observar en la Figura 27. Un 61% ha dicho que la colocación es buena y un 17% muy buena, convirtiéndose en la mayoría de los participantes. Sin embargo, hubo un 8% de usuarios que comentaron que había problemas en esta pantalla. La mayoría de estos, fueron los expertos de usabilidad. Esto fue debido a la detección de problemas potenciales que se reflejaron en cuestiones posteriores de esta pantalla y que se comentarán más adelante.

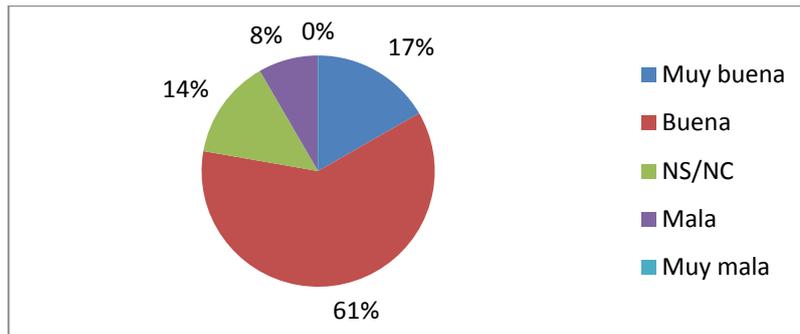


Figura 27. Evaluación de la fase de diseño - Colocación de elementos en el lienzo

A la pregunta de si el carrusel de imágenes les parece una idea interesante la mayoría cree que es una buena idea la utilización de un carrusel de imágenes para que los niños seleccionen los objetos visuales (escenario, personajes y objetos). En esta pregunta no se ha obtenido ninguna respuesta negativa, es decir, nadie ha opinado que esta idea sea mala o muy mala. La tabla de datos con respecto a esta pregunta:

Tabla 3. Evaluación de la fase de diseño - Uso del carrusel

Uso del carrusel	Número de participantes
Muy buena	7
Buena	27
NS/NC	2
Mala	0
Muy mala	0

La tercera pregunta de este bloque se corresponde con la funcionalidad del botón de la cámara. El objetivo en esta pregunta es conocer qué función les sugiere a los usuarios el botón de la Figura 28 ya que se tenían dudas sobre reflejaba completamente la funcionalidad de seleccionar imágenes del disco duro del ordenador como tomar nuevas fotos usando la cámara del dispositivo.



Figura 28. Evaluación de la fase de diseño - Botón de cámara

El gráfico de la Figura 29 recoge las respuestas a esta pregunta. 14 expertos indicaron que este botón les sugería hacer una foto, 13 participantes que era hacer una foto y añadir una imagen externa, y por último 9 escoger un fichero externo del ordenador. Por tanto, no todos los usuarios están de acuerdo en opinar que esta imagen sugiere la doble funcionalidad que se pensaba.

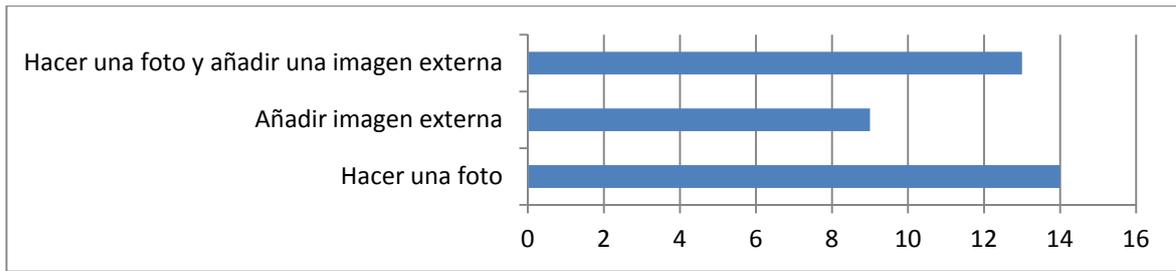


Figura 29. Evaluación de la fase de diseño –Evaluación de la fase de diseño - Funcionalidad de botón de cámara

Respecto al lienzo y con el fin de orientar el punto actual de la historia durante el proceso de creación, en un primer momento se pensó poner la escena anterior y la posterior, delante y detrás de la escena en la que se está trabajando en el lienzo en forma de miniaturas. Sin embargo, por razones de espacio en dicha pantalla, se propuso una pregunta en el cuestionario sobre si era adecuado el uso de miniaturas de las escenas y la respuesta fue en gran mayoría favorable como se puede ver en el gráfico mostrado a continuación.

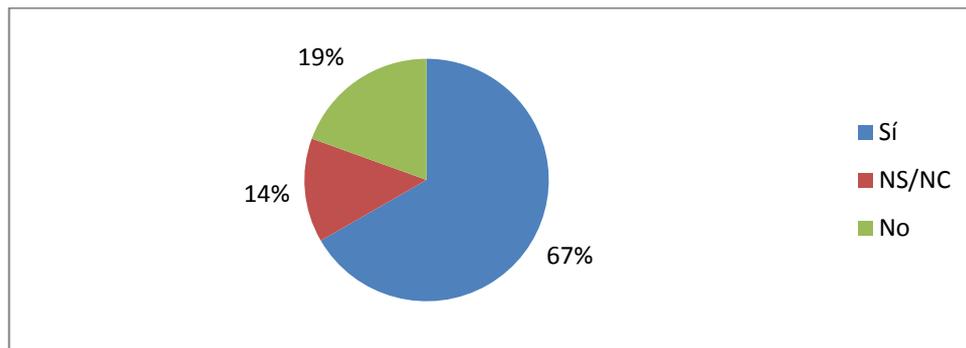


Figura 30. Evaluación de la fase de diseño –Inclusión de miniaturas de escenas próximas

Para terminar esta sección, se preguntó por el carrusel, si a los usuarios les parecía un elemento intuitivo y sencillo de usar por personas con TEA y así incluirlo finalmente en el prototipo. En esta pregunta, 69% opina que sí es intuitivo, por ello, se decide incluir un carrusel de imágenes finalmente en el prototipo final de la aplicación.

Tabla 4. Evaluación de la fase de diseño – Uso intuitivo del carrusel

Uso intuitivo del uso del carrusel	Número de participantes
Sí	24
NS/NC	7
No	4

- Ver historias: Esta última pantalla quizás haya podido ser la más compleja de todas porque incluía un factor psicológico que no se conocía. El problema es la compartición de historias y cómics con los demás usuarios ya que debido a que, las personas con autismo son más cerradas en el hecho de compartir objetos con otras personas.

En cuanto a guardar las historias, se ofreció la posibilidad de ordenarlas por fecha, crear un usuario y contraseña o cualquier otra idea que se pudiese aportar que no tuviera que ver con las opciones anteriores. Con respecto a esta pregunta, el 67% opina que sería recomendable crear un usuario y contraseña para poder ver las historias que se hayan creado en el juego. Como se ve en la tabla, 24 participantes opinan que es bueno poner usuario y contraseña para la visualización (véase la Figura 31).

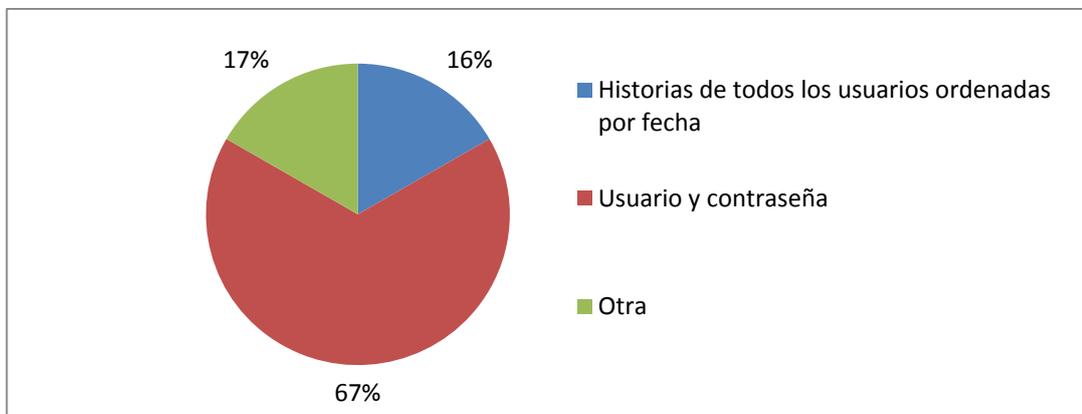


Figura 31. Evaluación de la fase de diseño – Guardado de historias

La segunda pregunta respecto a esta sección era cómo realizar la búsqueda en la visualización. Se daban tres opciones, por nombre, por fecha de creación u otra que pudiera ser adecuada. La mayoría opina que la mejor opción es ordenar las historias por nombre, de forma que los niños reconozcan inmediatamente su historia al ver el nombre. En este caso, ningún usuario cree conveniente ordenar las historias por su fecha de creación por ser una opción muy confusa para los usuarios a los cuales va destinada la aplicación. En el gráfico de la Figura 32 se ve que la mayoría de los participantes, un 64% exactamente cree que la opción de orden por nombre es la más adecuada. Es relevante que un 36% de los participantes propuso otras opciones para la búsqueda de historias como la identificación de cada niño con un personaje, una foto propia o el nombre del niño.

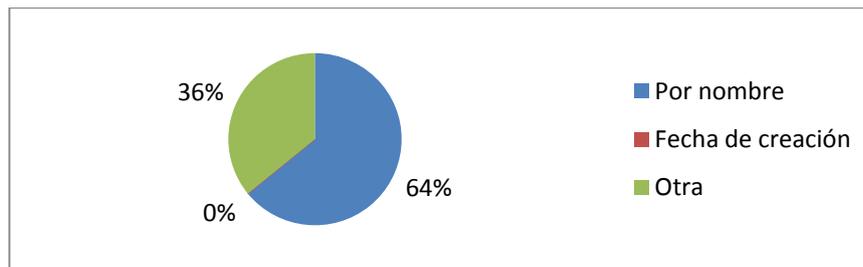


Figura 32. Evaluación de la fase de diseño –Visualización y búsqueda de historias

Por último, en la ventana de visualización se pensó la idea de compartir las historias de los niños. Esto también requería conocer la opinión de los expertos sobre el comportamiento de los niños con TEA ante esta característica de la aplicación. Un 64%, opina que la opción es viable, sin embargo, un 28% cree que no sería adecuado. A pesar de ser un menor porcentaje, conlleva que 10 participantes de 36 en total, marquen esta opción, por lo que llevó a pensar si realmente era necesario añadir la compartición de historias y cómics. La Figura 33 muestra el porcentaje de participantes que marcaron cada opción de la pregunta.

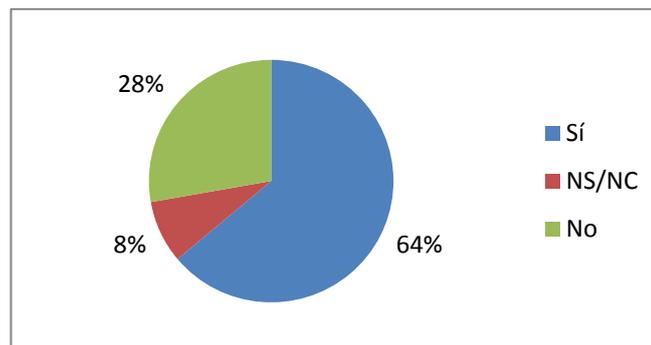


Figura 33. Evaluación de la fase de diseño –Compartición de historias

- General: Por último, falta la sección de preguntas generales en el que se pide la valoración sobre los colores y sencillez, entre otras cuestiones. En primer lugar, los colores utilizados han sido bien recibidos entre los participantes con buenas respuestas y ninguna negativa. Tan solo cinco participantes no han opinado al respecto, siete creen que los colores son muy buenos y la mayoría, veinticuatro personas opinan que son buenos (véase la Tabla 5).

La segunda pregunta se valoraba la sencillez del prototipo. En este caso, 24 participantes opinan que la sencillez es buena tal y como se refleja en Tabla 6.

La tercera pregunta trata de valorar si el camino a seguir en las actividades del prototipo es lógico. En este caso, se ha recibido una única respuesta negativa, con 26 positivas. Por

tanto, ya que el 89% de los expertos creen que el diseño entre las ventanas, se puede asumir que la navegación entre las opciones de la aplicación del diseño inicial es adecuada.

Tabla 5. Cuestiones generales - Colores usados en la interfaz

Uso de colores en la IU	Número de participantes
Muy bueno	7
Bueno	24
NS/NC	5
Malo	0
Muy malo	0

Tabla 6. Cuestiones generales - Sencillez del prototipo

Sencillez de la IU	Número de participantes
Muy bueno	4
Bueno	24
NS/NC	5
Malo	3
Muy malo	0

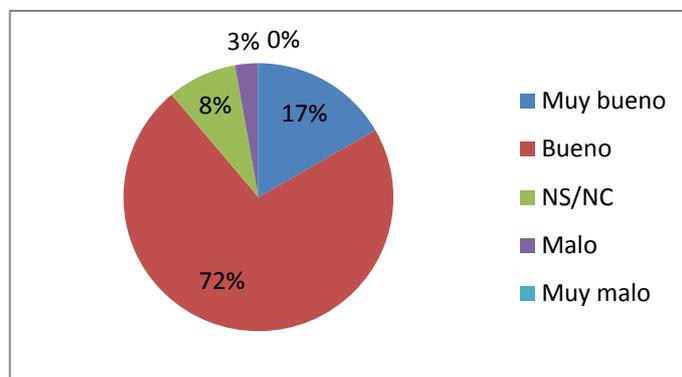


Figura 34. Evaluación de la fase de diseño –Camino Lógico

Aparte de estos resultados cuantitativos, hubo otros cualitativos obtenidos de preguntas abiertas donde los expertos de las diferentes áreas expresaron su opinión sobre los aspectos más destacados, los más problemáticos y posibles alternativas para mejorar el prototipo inicial. Todos los datos recogidos en esta fase se tuvieron en cuenta a la hora de realizar el diseño final de la aplicación que se presenta en la sección siguiente donde se comentarán cada uno de los cambios y el porqué de los mismos.

3.5. PROTOTIPO FINAL

El prototipo final varía algunas características del primero tras realizar las encuestas y analizar los datos. En esta sección se va a explicar cuáles han sido los cambios en cada ventana del prototipo final con el que se realizarán las pruebas finales en colegios dedicados a niños con TEA. Por cada una de las ventanas se irá indicando el motivo al cual es debido.

- Pantalla inicial: La Figura 35 presenta la evolución del primer prototipo hacia el final. En la parte izquierda de las siguientes figuras se va a poner la pantalla inicial y en la parte derecha, la equivalente del prototipo final. Los cambios que se realizaron respecto a la prototipo inicial fueron los siguientes:
 - En la pantalla de inicio se ha cambiado el título, escogiendo el título final de una de las sugerencias de los profesores en las encuestas. El nuevo título es “*Hoy te cuento...*”, un título relacionado con la actividad de la aplicación y atractivo.
 - Otro de los cambios ha sido eliminar una de las mascotas ya que a los profesores les parecía que podían distraerles y que no se centraran en el objetivo principal de la aplicación. La mascota eliminada es la paleta.
 - Se sugirió que se hiciera el botón de opciones más pequeño para que no resaltara tanto en la pantalla principal. Así que se dejó en la esquina inferior derecha además de agrandar los otros dos botones de creación de historias y cómics.
 - Por último, los expertos indicaron que el exceso de iconos insertados en el botón para acceder a la funcionalidad de comics, hacía que se incluyesen demasiados elementos distractores, por lo que se simplificó dejando solamente uno.



Figura 35. Prototipo final – Pantalla inicial

- Opciones: En esta ventana donde se alojaban las opciones de personalización se realizaron los siguientes cambios (véase la Figura 36 el prototipo final en su parte derecha):
 - Se cambió el icono que representaba unas herramientas por una rueda dentada que suele ser un icono más común para las pantallas donde se cambia la configuración de una aplicación.
 - Se eliminó la opción que se pudieran reproducir sonidos cuando el usuario interactuaba con algún elemento gráfico de la aplicación. Aparte de poder un elemento distractor para los usuarios finales, resultaba confusa las dos opciones relacionadas con audios.
 - Resultaba confuso en la pantalla inicial cómo representar que una de las opciones estaba activa o no, por ejemplo en el caso de la música ambiental. Por este motivo, se decidió incluir más botones con iconos descriptivos para que no hubiera lugar a dudas si estaban activados o no. Además, la opción activa se resaltaba sobre los elementos de la interfaz (véase los iconos de la nota musical y la nota musical tachada en la parte derecha de la Figura 36).
 - Respecto al icono usado en la pantalla de inicio, primero se colocó en todas las pantallas en el mismo sitio para facilitar la localización del mismo y además, se le incluyó texto para darle el mismo aspecto visual que al resto de las opciones que aparecerían en las pantallas de la aplicación.
 - Una opción demandada por los expertos de educación especial fue la inclusión de poder visualizar los textos en mayúsculas o en minúsculas debido a que algunos niños no saben leer en los dos formatos de letra. De esta forma, se potencia la accesibilidad para todos los niños independientemente que sepan leer (por la inclusión en todo momento de iconos), lean en mayúsculas o en minúsculas.



Figura 36. Prototipo final – Ventana de opciones

- Subinicio: En esta pantalla, se sugirió poner nuevos iconos para reforzar la funcionalidad de las dos opciones por las cual el niño podía optar en esta ventana: crear una nueva historia y visualizar historias guardadas previamente. Además, se requirió el cambio del icono en el título de esta ventana ya que con el fondo oscuro no se veía correctamente el texto. Estos cambios se pueden observar en la Figura 37.

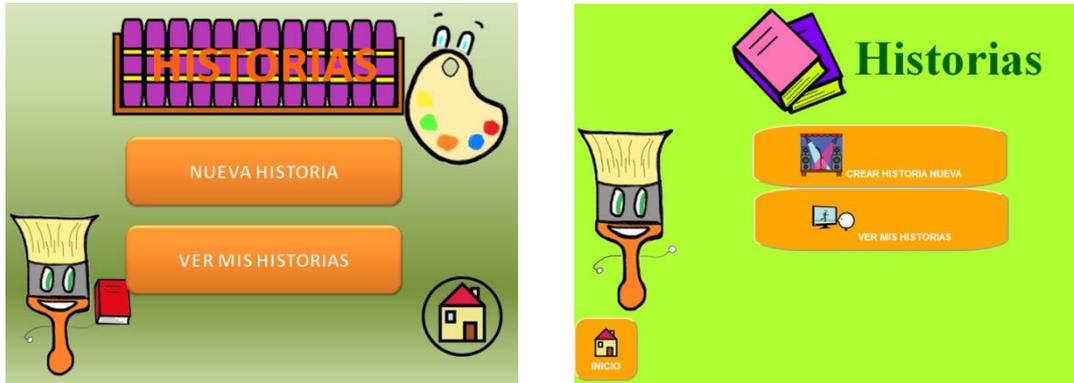


Figura 37. Prototipo final – Subinicio de historias

- Lienzo: Esta ventana al contener la gran parte de la funcionalidad de la aplicación tuvo que sufrir varios cambios. Debido al gran número de componentes visuales, los expertos sugirieron varias modificaciones respecto a la organización de la misma. El prototipo inicial se puede observar en la Figura 38 y el final en la Figura 39.



Figura 38. Prototipo inicial – Lienzo de historias

El primer cambio que se realizó fue eliminar los tres botones de la cámara de fotos ya que tal y como indicaban algunos evaluadores el hecho que hubiera tres botones resultaba bastante confuso y además, con uno de ellos se podía realizar la funcionalidad deseada. De esta forma, hay un solo botón de cámara que sirve para escenarios, personajes u objetos según el contexto en el que se encuentre el usuario. Además, debido a la sencillez de la interacción de la aplicación, se indica que no es necesaria la ayuda por lo que se procede a eliminar. Por último, todos los botones pasan a la parte inferior de la ventana para así dar más protagonismo al lienzo, aspecto que fue demandado por los evaluadores para ganar más espacio.



Figura 39. Prototipo final – Lienzo de historias

- Ver historias: En esta pantalla el principal cambio fue combinar un nombre de la historia con la pantalla inicial de la misma. Esta opción fue sugerida por los expertos para facilitar el reconocimiento de la historia por parte del niño (véase la Figura 40). Además, se eliminan los dos botones con las dos opciones que se ofrecían en el prototipo inicial: buscar y ver historia. Por un lado, ya que los niños pueden ver todas las historias a través de esta página reconociéndolas por el nombre y por la primera escena, es innecesario la opción de búsqueda. Además, muchos de ellos no saben leer por lo que no se podría realizar una búsqueda por palabras clave. La opción de ver historia se integra en la propia pantalla para evitar que el usuario tenga que hacer una interacción más. En este sentido, cuando el niño pulsa sobre una historia de las que se pre-visualiza la primera

escena, automáticamente salta a una ventana donde puede ver cada una de las escenas. La Figura 41 muestra la visualización concreta de una historia que contiene dos escenas (véase las dos vistas en miniatura en la parte inferior), varios personajes, objetos y texto que narra lo que sucede en la misma.



Figura 40. Prototipo final – Visualización de todas las historias



Figura 41. Prototipo final – Visualización de una historia concreta

Como se ha podido observar a lo largo de toda esta sección, el prototipo final dista muy poco del inicial, aunque se han tenido en cuenta todas las recomendaciones de los cuestionarios rellenos por los profesores. Así, el prototipo con el que se va a realizar unas

pruebas finales, se acercaría más a una aplicación usable y enfocada a que las personas con TEA sean capaces de utilizarla con los menores problemas posibles.

En el siguiente capítulo se va a tratar la implementación de la aplicación “*Hoy te cuento...*” junto a las tecnologías utilizadas para su desarrollo y algunos casos de ejemplo de su uso.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

Antes de comenzar la implementación, es recomendable hacer un análisis sobre qué tecnología es la más recomendada y qué dispositivo puede ser el más adecuado en este caso.

En un principio, se pensó hacer una aplicación específica para tabletas, un juego descargable desde las propias tiendas online de *Apple*, *Android* o *Windows* pero esta opción iba a ser demasiado compleja y requería de mayor tiempo de desarrollo y aprendizaje ya que se tendría que implementar el código en tres lenguajes distintos lo que triplicaría el tiempo, las pruebas y la complejidad del trabajo. Por esta razón, se decidió utilizar un lenguaje Web estandarizado que valiera para cualquier dispositivo con conexión a Internet.

La elección de los dispositivos a utilizar se orientó hacia dispositivos móviles como tabletas por ser un objeto movable y con el que se puede jugar en cualquier lugar que tengamos Internet. La implementación está orientada principalmente a tabletas, en cuanto a posición y tamaño de elementos. Además, si el dispositivo es táctil se facilita el uso de la herramienta por parte de dichas personas con discapacidad ya que no se ven obligados a asociar el movimiento a un dispositivo externo a la pantalla (por ejemplo, el ratón en los ordenadores personales o el lápiz óptico en las pizarras digitales) sino que con sus propias manos mueven los elementos visuales de forma similar a como lo hacen en el mundo real, lo que hace que la interacción sea más natural (Gal et al., 2009) (Hourcade et al., 2012).

Debido a que es una aplicación Web, el juego también es visible en PC y además a algunas personas les puede costar menos por el uso del ratón o porque estén más familiarizados con el ordenador. A pesar de creer tener cerrado el tema de los dispositivos, en el Instituto Psico-Pediatría “*Dr. Quintero Lumbreras*” de Madrid, se les ocurrió probar a utilizar el juego en pizarras electrónicas por lo que se llegó a crear una versión especializada en el tamaño de este objeto. Más adelante en el apartado de evaluación, se comentarán las pruebas realizadas en diferentes dispositivos.

Se ha seguido un modelo cliente – servidor en el desarrollo de la aplicación donde se han combinado HTML5, CSS3, PHP y *Javascript*. El lenguaje elegido para la implementación es HTML5 por ser un código estandarizado con el objetivo de poder usar la aplicación en cualquier navegador si no se posee una tableta. Para complementar el código con funciones

que nos permitan realizar acciones más especiales como mover los personajes en el lienzo se ha decidido utilizar *JavaScript*. *JavaScript* es un lenguaje que permite incluir de una forma sencilla elementos animados en las pantallas y darle dinamismo en el lado de cliente a la aplicación. Para hacer más sencilla la programación con *JavaScript* se ha utilizado la librería de *JQuery*, que da lugar a programar funciones en una única línea de código y dar un enfoque más sencillo y potente a las páginas Web que se deseen crear.

El estilo de las páginas se ha dado con el uso de hojas de estilo CSS3. Esto incluye el diseño de botones, cualquier tipo de formato (texto, bordes, etc.), posición de las imágenes o estructura de carruseles y objetos en las páginas Web.

A la hora de guardar las historias creadas por los niños se decidió optar por almacenarlas en un servidor. Por este motivo, hubo ciertas páginas que tuvieron incluir código PHP que servirá tanto para almacenar historias en el servidor como para poder visualizarlas posteriormente.

El motivo de la elección de estas tecnologías y dispositivos es debido a que se quiere que la aplicación pueda utilizarse en el mayor número de lugares posibles y de una forma sencilla. Por esta razón, por ejemplo, se decidió utilizar *JavaScript* y PHP en vez de ASP ya que los dos primeros son código libre mientras que ASP al ser propiedad de Microsoft requiere un coste adicional. En lo que queda de este capítulo se va a explicar el código implementado junto con diversos dibujos que ayuden a ilustrar de una forma más sencilla la funcionalidad del proyecto.

4.2. CÓDIGO

La explicación del código se va a realizar por partes. El esquema de la Figura 42 muestra el camino principal del juego desde la pantalla de inicio hasta la visualización de las historias creadas para la parte de historias. Además desde la pantalla inicial, existe el camino a la ventana de opciones donde el usuario personaliza cómo quiere usar la aplicación. Esta opción se habilita simplemente seleccionando el botón de opciones de la pantalla inicial.

Siguiendo este esquema se procede a explicar el código implementado en cada una de las ventanas.

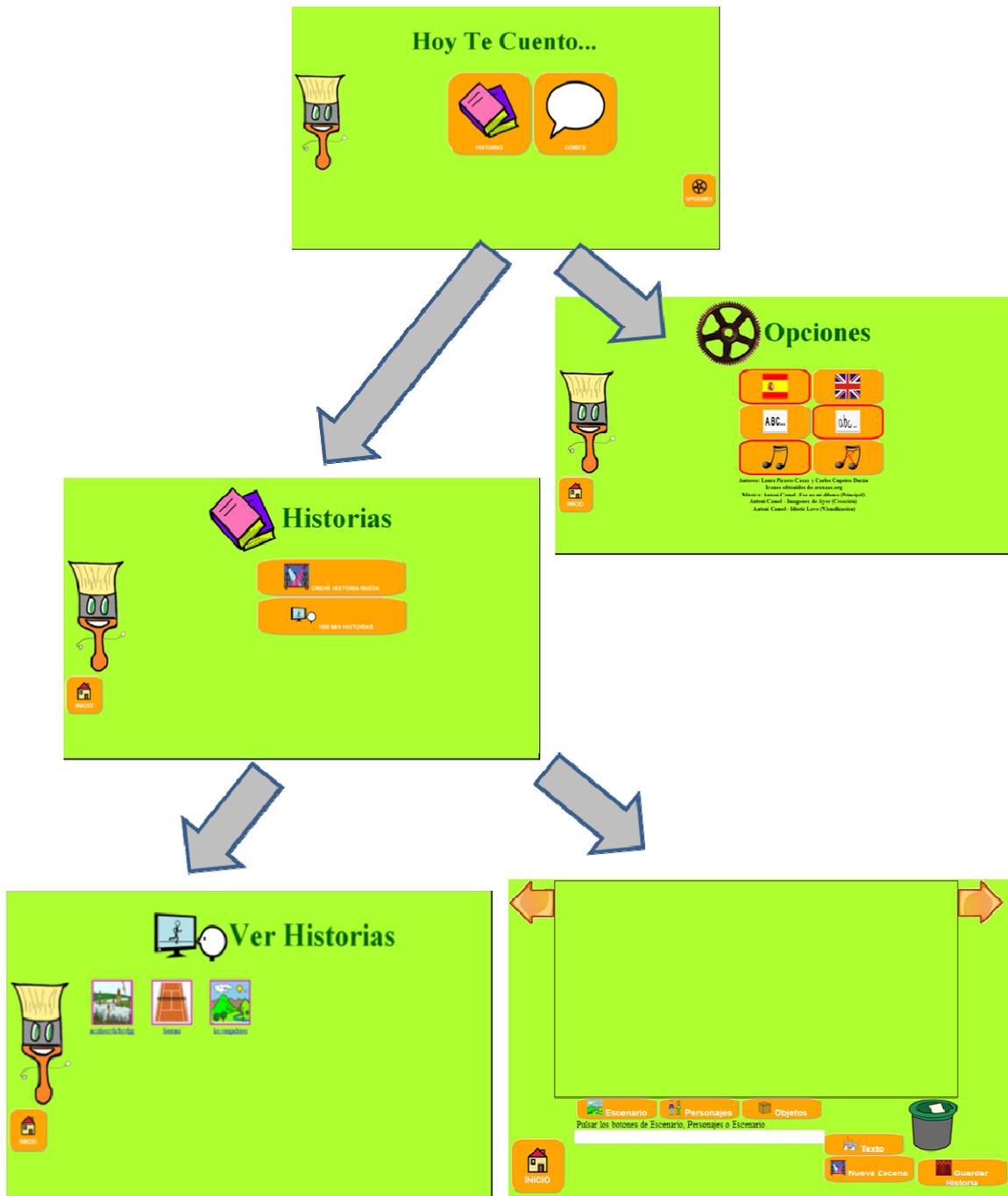


Figura 42. Esquema general de la navegación entre las pantallas de la aplicación

■ **Páginas HTML:**

- Pantalla de inicio: El código implementado para la pantalla inicial contiene el título de la aplicación y se hace uso de una variable llamada *localStorage* que sirve como variable local para poder ser utilizado en las opciones al cambiar de idioma o tipo de letra. De esta forma, la variable guarda en tiempo real su valor sin perderlo. Esta variable se reinicia cada vez que se inicia la aplicación.

La página inicial contiene un archivo de música de fondo que trata de que la persona cuando use la aplicación pueda tener un momento tranquilo y agradable. Para las personas con TEA es una característica a tener en cuenta, ya que algunas personas con autismo son nerviosas y la música de fondo puede tranquilizarles y centrarles en la actividad que están llevando a cabo. Esta acción se lleva a cabo con la etiqueta audio, una etiqueta que no necesita de la tecnología *Flash* para funcionar y tiene un gran abanico de dispositivos posibles. El audio se repite en un bucle para que se reproduzca sin pausa en el juego.

La estructura de la página se va dividiendo por bloques de forma organizada en contenedores *div* de tal manera que los objetos aparecen ordenados en la visualización.

Por último, indicar que esta página también se encuentra disponible en inglés si el usuario configura las opciones para este idioma.

- Opciones: El usuario puede configurar las opciones de la aplicación en esta página. Siempre que el usuario cambie alguna opción, ésta se guardará en la variable mencionada anteriormente, así se cambiarán las demás páginas según la configuración seleccionada. Esta página incluye varias opciones de personalización: dos idiomas (Español-Inglés), dos posibles formatos para la letra (mayúsculas-minúsculas) y la (des)activación de la música.

La implementación de las opciones se basa en dos características principales:

- Función de marcado *marcado (on, off)*: Dibuja el marco rojo alrededor del botón según la opción seleccionada para poder diferenciarlas.
- Funciones de selección:
 - *espanol()*, *ingles()* Estas funciones se inician si la opción de idioma marcado es español/inglés. Hace uso de la variable *localStorage.idioma* para almacenar un valor identificativo para el idioma y se marca el botón correspondiente.
 - *mayus()* Cambia el formato de las letras a mayúsculas si el seleccionado anteriormente es minúsculas. Para la variable *localStorage.letras* con la opción mayúsculas se guarda el valor *true*.
 - *normal()* Es la opción por defecto. Se corresponde con la escritura normal en la que las palabras al principio de la frase comienzan con mayúsculas y las demás están en minúsculas. En este caso, el valor guardado en la variable es la opuesta a la de la función anterior.

- *musicaOn()*, *musicaOff()* La música se encuentra activada por defecto pero se da la opción de desactivarla pues puede ser que no sea bueno para algunos usuarios porque se distraigan o por otras causas. En el caso que la música esté activada se almacenará el valor *true* en la variable *localStorage*. Si se desactiva la música se cambiará el valor de la variable y automáticamente dejará de sonar.

La página de opciones también muestra el nombre de los autores de “*Hoy te cuento...*” junto con las licencias de *CreativeCommons* por la utilización de los pictogramas de ARASAAC³ y la música escogida de otra página con licencia *CreativeCommons*. Estas dos organizaciones tienen licencia libre siempre y cuando se nombren en los proyectos donde se haya utilizado algún elemento propio. Por un lado, el portal de ARASAAC está dedicado a crear material que sirva para mejorar la comunicación en aquellas personas que tengan alguna dificultad. ARASAAC ha sido nominado en diversos premios por ser una organización muy necesaria en estos campos. Por otro lado, las licencias *CreativeCommons* permiten compartir trabajos de aquellos que lo deseen mediante licencias con el objetivo de favorecer a la ciencia. En esta página, se encuentra todo tipo de trabajos a disposición de todo el mundo que desee siempre y cuando se nombre al creador/organización en el proyecto.

- Subinicio de historias: Esta página contienen la misma estructura que la anterior. La única diferencia es el cambio en algunas etiquetas de los botones.
- **Páginas PHP:** Las siguientes páginas son PHP debido a que se necesita guardar las imágenes de las historias creadas en el servidor para poder visualizarlos posteriormente por los usuarios.
 - Creación de historias: La página consta de un lienzo principal con dos flechas como botones para moverse entre las escenas, en la parte inferior tres botones donde se eligen escenarios, personajes y objetos. Estas tres acciones también se corresponden con tres carruseles que ofrecen todos los escenarios, personas y objetos disponibles para el lienzo.

³ Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa (ARASAAC). *Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación (CATEDU), dependiente del Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón.*

El primer bloque del código del lienzo es el de *script* en el que se recupera la información de configuración de las páginas y se crea la configuración del carrusel de imágenes sin controles para visualizar las imágenes y poder mover el carrusel de forma táctil. En este primer bloque, también hay una porción de código en la que se guarda el escenario creado, cuando se quiere añadir una nueva escena. De esta forma, el usuario puede crear varias escenas y volver a ellas cuando quiera.

También utiliza *JavaScript* que guarda en el servidor los personajes, escenarios y objetos en forma de imágenes para poder visualizarlos posteriormente.

La última parte de la página está realizada en HTML, donde se colocan los botones presentes en la página junto con los carruseles correspondientes. Entre los botones se encuentran el de guardar la historia, nueva escena y texto.

Debido a limitaciones en los navegadores Web de las tabletas, se eliminó la opción de incluir audios así como de acceder a la cámara de fotos del dispositivo. La versión de navegadores de PC para tabletas no tienen exactamente las mismas funcionalidades. No se permite, usando las tecnologías utilizadas en este proyecto, el acceso a recursos del dispositivo (p.e. micrófono o audio). Por este motivo, estas funcionalidades tuvieron que ser eliminadas cuando se realizó la implementación de la aplicación.

- Ver historias: La página de ver historias ofrecen todas las historias que se han guardado en el servidor. De tal forma que se muestra la primera imagen de cada uno junto con el título para poder identificarla. Para ello, es necesario comunicarse con el servidor mediante la función *sacaPrimeraImagen* que va comprobando en el directorio donde se encuentran guardados los proyectos los nombres con los que se identifican. A partir de un patrón definido como un conjunto de letras seguido del número de la escena, si la función de *PHPpreg_match* encuentra dicho patrón en el nombre, devuelve el archivo del servidor.
- Historia concreta: Una vez que el usuario ha seleccionado un proyecto, se visualiza la página en la que se puede disfrutar de la historia creada. Esta página se compone de un lienzo central donde van a aparecer las imágenes y debajo el carrusel que contiene todas las escenas y las viñetas. Para visualizar el proyecto, también se ha necesitado de código PHP para poder sacar toda la información de las escenas del servidor.

Tras la explicación de las páginas, se va a mostrar un resumen en la Tabla 7 con el tipo de código que contiene cada archivo, idiomas y función principal.

Tabla 7. Estructura de ficheros de la aplicación

NOMBRE	CÓDIGO	IDIOMA	FUNCIÓN
Index	HTML	ES-EN	Pantalla inicial de la aplicación.
Opciones	HTML	ES-EN	Permite configurar la aplicación eligiendo las opciones de formato de letra, música e idioma.
Subinicio_Historias	PHP	ES-EN	Permite elegir entre crear una nueva historia o visualizar las creadas.
CreaHist	PHP	ES-EN	Muestra la página de creación de historias con el lienzo.
Guardar	PHP	-	Este archivo con código PHP permite guardar las imágenes de los proyectos creados en el servidor para su posterior visualización.
VerHist	HTML + PHP	ES-EN	Ofrece la posibilidad al usuario de ver las historias almacenadas.
VerUnoHist	Php + htmmml	ES-EN	Visualiza una historia concreta la cual se ha seleccionado previamente.
Lienzo	<i>JavaScript</i>	-	Implementa las funciones de movimiento, borrado y texto entre otras, de la pantalla de creación.
Kinetic –v4.3.3	<i>JavaScript</i>	-	Librería HTML5 relacionada con los objetos del <i>canvas</i> con los que se ha construido la mayoría de la aplicación (p.e. el lienzo).
Jquery-1.9.1	<i>JavaScript</i>	-	Librería de <i>jquery</i>
Jquery.bxslider	<i>JavaScript</i>	-	Esta librería contiene la información necesaria para la creación de los carruseles.
Jquery.ui.touch-	<i>JavaScript</i>	-	Librería que permite realizar los movimientos básicos para dispositivos táctiles.
Estilo	CSS	-	Indica el diseño de las páginas y sus objetos como el tamaño o el estilo.
Jquery-bxslider	CSS	-	Hoja de estilo que marca el diseño de los carruseles creados (p.e. los márgenes).

4.3. CASOS DE USO

Se han creado casos de uso⁴ de la aplicación que más tarde estarán enfocados a las pruebas realizadas con niños. Estos casos de uso, en la mayoría de las ocasiones se explicaban al docente o directamente a los niños dependiendo de quiénes eran los usuarios finales, servían para que los niños probaran todas las posibilidades que les ofrecía la aplicación respecto a la creación y visualización de historias.

El caso de uso realizado en las aulas fue hecho en español. Sin embargo, con el objetivo de mostrar las ventanas de la aplicación en inglés se recrea en este último idioma en la memoria. Antes de comenzar con la descripción del caso de uso, configuramos en las opciones el idioma inglés. Para ello, pasamos a la página de opciones desde la pantalla inicial y seleccionamos idioma inglés. Al regresar a la pantalla inicial de la aplicación, veremos los textos en inglés ya que se muestra la página *indexEN.html*. A partir de ahí, se accederá a las páginas de inglés *CreaHistEN.php* y *VerHistEn.php* con los pasos que se comentan en el caso de uso.

A continuación se detalla el caso de uso con los pasos que los niños tuvieron que realizar durante las pruebas:

- Se va a realizar una nueva historia. Desde la pantalla inicial tendremos que seleccionar la opción de historias (véase la Figura 43). Aparecerá una pantalla similar a la de la Figura 44 donde seleccionaremos la opción de creación de una nueva historia (“*Create new story...*”).



Figura 43. Pantalla inicial en inglés

⁴ Los casos de uso que se utilizaron se encuentran en el anexo B



Figura 44. Pantalla con el menú de las opciones principales en inglés

Nos encontramos con la página de creación de historias con el lienzo como objeto principal. Para comenzar ponemos un escenario que sea de nuestro agrado, como por ejemplo, un parque. Después añadimos personajes como pueden ser un niño y una niña con diversos objetos como pelotas. Por último, introducimos un texto que la describa. Un ejemplo de escenario creado sería el que aparece en la Figura 45.



Figura 45. Ejemplo de creación de una escena de la historia

Creamos una segunda escena en la misma historia. Una vez terminada, guardamos la historia para poder visualizarla (“*The park*”). Volvemos a la pantalla que tiene la opción de visualización de historias (véase la Figura 46) y pulsamos sobre nuestro título para acceder a la pantalla donde se nos presentan las dos escenas (véase la Figura 47).



Figura 46. Pantalla de visualización de historias



Figura 47. Visualización de la historia que acabamos de crear

4.4. DIAGRAMA Y RESUMEN

Para dar por finalizado este capítulo se va a realizar un resumen de la organización de las carpetas junto con un diagrama que demuestra esta organización (véase la Figura 48).

Los archivos se encuentran todos en la carpeta de prototipo como se puede ver en la figura anterior. Las librerías *js* se encuentran en la carpeta con el mismo nombre. En *js* tenemos las librerías de *kinetic* y *jquery* entre otras.

En la carpeta de *images*, tenemos todos los objetos, personajes y escenarios que después se podrán utilizar desde los carruseles del lienzo.

La carpeta de historias y cómics guarda todos los proyectos que se creen en la aplicación al terminar para poder después descargarlos desde el servidor y visualizarlos.

Por último, se tiene la carpeta *css* en la que se guardan las hojas de estilo que definen las características de diseño de la aplicación. Guarda los archivos de estilo *.css* y *jquery-bxslider.css*.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
COMICS	15/06/2013 12:23	Carpeta de archivos	
css	15/06/2013 12:23	Carpeta de archivos	
HISTORIAS	15/06/2013 12:23	Carpeta de archivos	
images	15/06/2013 12:23	Carpeta de archivos	
js	15/06/2013 12:23	Carpeta de archivos	
CreaComic.php	15/06/2013 12:24	Archivo PHP	10 KB
CreaComicEN.php	15/06/2013 12:24	Archivo PHP	10 KB
CreaHist.php	15/06/2013 12:24	Archivo PHP	10 KB
CreaHistEN.php	15/06/2013 12:24	Archivo PHP	10 KB
guardar.php	15/06/2013 12:24	Archivo PHP	1 KB
index	15/06/2013 12:24	Chrome HTML Do...	3 KB
indexEN	02/06/2013 14:58	Chrome HTML Do...	3 KB
music1	02/06/2013 14:58	VLC media file (.m...	4.301 KB
music2	02/06/2013 14:58	VLC media file (.m...	5.110 KB
music3	02/06/2013 14:58	VLC media file (.m...	4.409 KB
Opciones	02/06/2013 14:58	Chrome HTML Do...	5 KB
OpcionesEN	03/06/2013 9:47	Chrome HTML Do...	5 KB
SubInicio_Comics	04/06/2013 21:40	Chrome HTML Do...	2 KB
SubInicio_ComicsEN	02/06/2013 14:58	Chrome HTML Do...	2 KB
SubInicio_Historias	02/06/2013 14:58	Chrome HTML Do...	2 KB
SubInicio_HistoriasEN	02/06/2013 14:58	Chrome HTML Do...	2 KB
uploadImages.php	02/06/2013 14:58	Archivo PHP	2 KB
VerComic.php	09/06/2013 12:48	Archivo PHP	3 KB
VerComicEN.php	09/06/2013 12:48	Archivo PHP	3 KB
VerHist.php	09/06/2013 12:48	Archivo PHP	3 KB

Figura 48. Organización de carpeta del prototipo en el servidor

Con esto, la organización de los archivos quedaría como se presenta en la Figura 49:

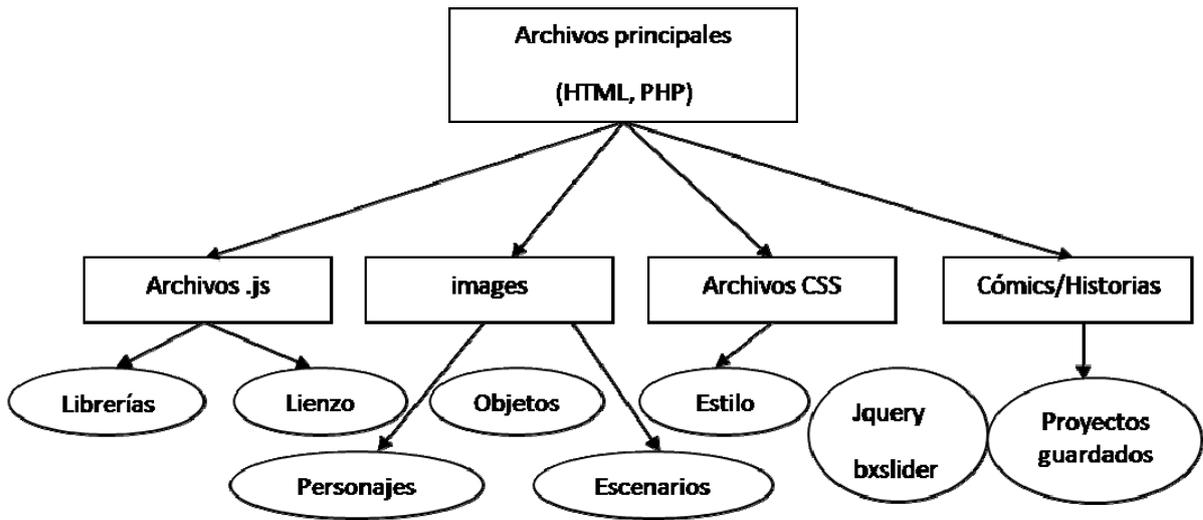


Figura 49. Organización de archivos

Finalmente, se termina el capítulo de implementación del primer prototipo con el que se van a realizar las pruebas con niños en dos colegios de Madrid. El siguiente capítulo redacta las pruebas que se han realizado junto con los métodos que se han utilizado para llevarlo a cabo y los resultados obtenidos con el primer prototipo de la aplicación.

5. PRUEBAS

El prototipo constituye un primer diseño teniendo en cuenta las recomendaciones y opiniones de los profesores y participantes de los primeros cuestionarios que se realizaron. Para constatar que el diseño puede ser válido y descubrir nuevas recomendaciones, especialmente en el ámbito psicológico, se decidió realizar pruebas reales con niños en colegios.

Las pruebas se realizan en concreto en dos colegios de Madrid, el primer colegio, Nuestra Señora del Recuerdo, es un centro público con niños sin necesidades educativas especiales y el instituto psico-pedagógico de Dr. Quintero Lumbreras, un centro dedicado a personas con algún tipo de deficiencia psíquica ya sea autismo, síndrome de Down o algún otro tipo de problema. Su directora Guadalupe Montero nos ofreció la posibilidad de realizar las pruebas con chicos de distintos perfiles de tal forma que nuestro abanico de usuarios se amplió a pesar de que en un principio solo habíamos pensado en chicos y chicas con autismo.

En este capítulo se va a explicar de forma detallada las pruebas realizadas en los dos centros junto con los métodos, resultados e ideas obtenidas además de la experiencia personal.

5.1. MÉTODO

El método que se ha seguido para las pruebas es un método empírico, en concreto observación directa. El método empírico se centra en observar directamente a los usuarios mientras utilizan la aplicación. De esta forma, podemos observar si los usuarios se bloquean, dónde piden ayuda, en qué lugar existen las mayores dificultades u otros casos.

Para tomar las notas en las tres sesiones que se han fijado, se creó una ficha que contenía todos los apartados de la aplicación y donde se irían anotando aquellas acciones que pudieran resultar interesantes a la hora de hacer algún tipo de cambio en el diseño final. Se ideó un código para tomar anotaciones de una forma similar y rápida entre los observadores. El código forma las distintas abreviaciones:

-  : Este símbolo significa que el usuario no tiene ningún problema a la hora de realizar una determinada tarea.
-  : Cuando un niño tiene dificultades para continuar, se escribe este símbolo.

- P: Si el niño se encuentra perdido en alguna parte de la aplicación.
- B: Esta letra representa un bloqueo en el usuario que le impide continuar interactuando con la aplicación.
- Duda: Si el usuario pregunta algo o tiene alguna duda, anotamos la actividad donde se produce y la duda que se ha realizado.
- ?: El usuario pide ayuda para continuar la acción.
- ?C: Pide ayuda a un compañero para saber cuál es la siguiente acción.
- Mira: Si el usuario observa a otro cuando se está utilizando la aplicación.

Una vez se han recogido todas las notas en las sesiones se han recogido en un pequeño resumen junto con las recomendaciones de los profesores o sugerencias de los usuarios. Con el objetivo de realizar cambios en el futuro se han anotado todas las recomendaciones y sugerencias por pequeñas que sean.

A continuación, se va a explicar los lugares de las pruebas junto con el perfil específico de los participantes y los dispositivos utilizados.

5.2. PARTICIPANTES

El primer lugar de las pruebas, como ya se ha comentado brevemente en el punto anterior, se ha realizado en el colegio Nuestra Señora del Recuerdo⁵. Este colegio no está centrado en el ámbito de la educación especial, pero se decidió realizar las pruebas también con niños que no tuvieran Trastorno del Espectro Autista para comprobar si en un principio ellos eran capaces de utilizar la aplicación sin demasiados problemas. Además, esta primera evaluación serviría para asegurarse que no había problemas graves de usabilidad antes de ponerla a disposición de personas con discapacidad y, en caso que se detectasen algunos fallos poderlos adaptar antes de estas últimas pruebas.

En esta primera evaluación, se contó con la colaboración de 14 niños, un primer grupo de siete, el segundo grupo de seis y con una niña con posible grado de autismo. Además la edad de los niños estaba comprendida entre 6 y 7 años. Las pruebas se realizaron por grupos. En el caso del primer grupo que estaba formado por siete niños, seis de ellos se juntaron en parejas y utilizaron el iPad como dispositivo mientras que el niño que quedaba suelto utilizó el ordenador. Así, comprobamos que los niños también eran capaces de manejar

⁵<http://www.fta.reuerdo.net/>

perfectamente el proyecto en el ordenador sin problema alguno. Al final de la prueba, se realizó una encuesta oral con preguntas sencillas para recoger las primeras impresiones de los niños.

El segundo centro es el Instituto de Psico-Pediatría Dr. Quintero Lumbreras. Este centro forma parte de una asociación que tiene como objetivo ofrecer ayuda a las personas con alguna discapacidad psíquica y a sus familias, ofrecen viviendas, empleo y educación especial para estas personas. No solo les ayuda en el día a día sino que les prepara para una posible futura vida laboral. Esto es muy importante en la vida de estas personas ya que trabajan la inserción social.

Gracias a la ayuda ofrecida por la dirección de este centro, se pudo ampliar el nuestro perfil de participantes pues no solo usaron la aplicación niños con autismo, sino que también jugaron con ella personas con síndrome de Down o algún tipo de discapacidad intelectual.

En este segundo centro, se repartieron las evaluaciones anteriores realizadas en el colegio del Recuerdo distribuidas en dos sesiones debido a que se necesitaba de un mayor tiempo y guiado de los educadores para enseñarles la aplicación a los niños y ayudarles a utilizarla de una forma más guiada. Participaron 10 alumnos del centro con distintos tipos de discapacidad. En el *IPP*⁶, gracias a la directora del centro, Guadalupe Montero, se dispuso de dos tipos de dispositivos: iPad y pizarra digital. Esto hizo que la parte de evaluación se ampliase dado que en un primer momento se pensaba realizar las pruebas únicamente en tabletas. Los iPad fueron utilizados en la primera sesión, repartidos en varios grupos donde se explicaba a todos como utilizarla y por turnos iban usando la aplicación. En la segunda sesión se utilizó la pizarra digital con algunos niños que ya habían usado la aplicación en la primera sesión y querían repetir, así podíamos ver dos cosas:

- Los chicos se acordaban del uso del juego sin necesidad de explicaciones adicionales.
- Cómo usaban la aplicación desarrollada en la pizarra digital y si tenían problemas de interacción.

En el siguiente apartado se va a contar de forma detallada la recogida de los datos en la evaluación del proyecto.

⁶ Instituto de Psico-Pedagogía

5.3. RECOGIDA DE DATOS

La recogida de datos, se llevó a cabo con el código descrito en apartados anteriores y con la una tabla donde se tomaban anotaciones sobre cada una de las pantallas de la aplicación. El resumen de los datos de la interacción de los participantes de los dos centros se comenta al final en el Anexo III de la tabla de anotaciones.

▪ Colegio Nuestra Señora del Recuerdo

Este primer grupo no recibió ninguna guía sobre el uso de la aplicación. De esta forma se intentaba medir cuánto de intuitiva era la aplicación. En el primer grupo se observó que aprendieron bastante rápido a utilizar la aplicación, de forma intuitiva y por reiteración. Algunos de los problemas que se encontraron en este grupo son los siguientes:

- Tienen dificultades para leer el texto y los botones.
- El texto se salía del bocadillo en los cómics.
- Pulsan sobre el botón de inicio accidentalmente por estar demasiado cerca de los botones principales de la pantalla de lienzo, véase el botón de personajes, objetos y escenarios. Por esta razón, se decidió separar más el botón de inicio del resto de botones e incluir un mensaje de confirmación que pida una aceptación del usuario debido que al pulsar en este botón sin guardar previamente, los niños perdían toda la historia que habían creado.
- Los niños echan en falta poder repetir varios personajes en el lienzo. En la versión con la que estuvieron interactuando, esto no era posible, pues una vez que se insertaba un elemento en el lienzo no volvía a aparecer.
- El carrusel que usaron poseía unas flechas en los extremos sobre la primera y la última imagen, que impedían ver y manejar correctamente los elementos que se desean integrar en el lienzo. Además, el lienzo es demasiado corto y no se dejan ver demasiados personajes.
- Preguntan por el uso de la papelera, no les parece intuitivo tener que pulsar sobre la papelera y después sobre los elementos que se desean borrar. Algunos llevaban los elementos hacia la papelera, es un gesto más real porque nosotros llevamos los objetos a la papelera, no la papelera hacia los objetos.
- No hay problemas en el uso de la aplicación en el ordenador.

Dados estos problemas de interacción, se extrajeron las siguientes mejoras que se deberían incluir en la siguiente versión del prototipo antes de las siguientes pruebas en el segundo centro:

- Hay que hacer los botones y el texto más grande.
- Separar el botón de inicio de los botones principales de creación.
- Poner un mensaje que obtenga una reafirmación de ir hacia inicio.
- Quitar las flechas del carrusel para que los usuarios puedan moverse deslizando el dedo simplemente permitiendo que todos los personajes se visualicen de forma correcta.

El segundo grupo constaba de seis niños. Al igual que en el grupo anterior se separaron en parejas y utilizaron los iPads. Hay que tener en cuenta que este grupo, a diferencia del anterior, obtuvo una pequeña guía de ejemplo al principio, por lo que aspectos confusos sobre la interacción del grupo anterior como el uso de la papelera o la posibilidad de mover los elementos dentro del lienzo, aquí sí se aclararon antes de iniciar la interacción.

Los problemas encontrados en este segundo grupo fueron los siguientes:

- Existe una dificultad para leer igual que en el primer grupo.
- Pulsan dos veces la pantalla y ésta se les amplía. Esto puede ser causa de que los niños participaban de dos en dos y muchas veces los dos niños querían tocar la pantalla a la vez para participar en el proceso de creación de la historia.
- Los niños querían repetir los personajes en el lienzo (por ejemplo, poner dos personajes de Batman) La parte de visualización de las historias se realiza sin ningún problema.
- Se sugiere añadir personajes que tengan relación con los escenarios y añadir personajes más comunes como niños, niñas o personas mayores.

Como se puede observar en los puntos anteriores, no ha habido novedades en las dificultades por lo que una mejora distinta a las anteriores puede ser bloquear la pantalla de tal forma que no se pueda agrandar y no se frustren mientras se encuentran utilizando el juego.

En la última evaluación de este colegio participó una única niña que presentaba un posible cuadro de autismo. Con esta evaluación, pudimos comprobar cómo iba a ser nuestra evaluación en el siguiente centro y qué puntos convenía reforzar. La niña con posible TEA, presentó las siguientes dificultades:

- Le cuesta escribir los textos por el teclado, se distrae y se frustra.
- Vuelve a aparecer el problema del botón de inicio debido a la proximidad con el resto de botones.
- Intentaba arrastrar los elementos hacia el lienzo en vez de pulsar sobre el que quería que se insertara de forma automática.
- Al principio le cuesta interpretar que los objetos se mueven, pero finalmente se familiariza con esta acción.

Una de las historias creadas por los niños de este centro es “*Los Vengadores*”, los dos niños que crearon esta historia se centraron en el tema de los superhéroes como ocurría en este centro con todos los niños, mientras que las niñas se dedicaban más a los cuentos de princesas. La Figura 50 y la Figura 51 muestran dos escenas de una historia que se realizó por los niños de este centro.



Figura 50. Escena 1 “*Los vengadores*”



Figura 51. Escena 2 “Los vengadores”

Todas las anotaciones y dificultades obtenidas en esta primera evaluación, se han tenido en cuenta para mejorar el diseño y muchos de ellos fueron ya mejorados para las pruebas en el segundo centro (IPP).

▪ **Instituto de Psico-Pediatría Dr. Quintero Lumbreras**

Tal y como se a comentado en el apartado anterior, en este centro participaron distintos usuarios con diferentes perfiles. Estos perfiles son los siguientes: i) dos chicos y dos chicas con edades entre 15 y 19 años con TEA; ii) dos chicas de 19 y 21 años con síndrome de Down, y iii) dos chicas y dos chicos con edades comprendidas entre 14 y 18 años con discapacidad intelectual. Tanto la edad de los participantes como el tipo de discapacidad se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Resumen de los perfiles de participantes en el IPP

ID	AÑOS	DISCAPACIDAD
P1	19	Autismo
P2	17	Autismo
P3	16	Autismo
P4	15	Autismo
P5	19	Síndrome de Down
P6	21	Síndrome de Down
P7	18	Discapacidad intelectual
P8	16	Discapacidad intelectual
P9	14	Discapacidad intelectual
P10	13	Discapacidad intelectual y pérdida auditiva

La evaluación se repartió en dos sesiones. Durante la primera todos los participantes del centro usaron la aplicación con iPads (veáse la Figura 52). Durante esta primera sesión, el primer participante, un chico con autismo profundo y con niveles de autonomía muy bajos, manejó perfectamente la aplicación para sorpresa tanto de los profesionales del centro como para los observadores. Como puntos positivos de esta interacción, indicar que el participante movió los elementos de forma intuitiva en el lienzo y estaba entretenido mientras interactuaba con la aplicación. Además, luego probó la parte de comics de la misma forma que había hecho con las historias. Por tanto, en este sentido, al ser los dos módulos de la aplicación similares en cuanto a su apariencia gráfica, permite que los participantes transfieran su conocimiento de uno a otro haciendo que la aplicación sea más fácil de aprender. Sin embargo, el alumno tuvo dificultades con la inserción de personajes y de texto. En primer lugar, cuando el niño selecciona un personaje u objeto del carrusel de imágenes, éste se sitúa en la parte superior izquierda del escenario. El niño, seleccionó varios personajes de forma continuada ya que no se estaba dando cuenta que se estaban superponiendo en esta esquina superior izquierda. Por otro lado, pulsó varias veces sobre el botón de texto de la historia y por tanto le aparecía todo el rato el mensaje de incluir texto. Por último, el niño volvió a la pantalla inicial de forma accidental y perdió el proyecto que estaba desarrollando ya que no se guardó previamente. Este aspecto, hay que mejorarlo ya que como se vieron tanto en las pruebas del primer centro como del segundo, los usuarios pueden cometer errores de forma accidental y hay que evitarlos.



Figura 52. Inserción de texto en la historia por un participante del IPP

El siguiente grupo estuvo formado por los participantes P2, P5, P6, y P7. Este grupo, en especial P2, se adaptan muy rápido a situaciones nuevas pero además manejan bastante bien la tecnología. Las anotaciones principales recogidas en este segundo grupo fueron las siguientes:

- Es necesario que el texto sea más grande. Este punto ya se viene repitiendo en casi todos los grupos de participantes.
- Asociar los objetos con los escenarios para ayudar la transferencia de conocimiento entre las historias y el mundo real. Por ejemplo, que en un escenario de un hospital pudieras incluir médicos, enfermeros, ambulancias, enfermos, visitantes, etc.
- Quieren borrar el texto que han incluido. Esta opción no está habilitada en este prototipo ya que los textos se guardan como una imagen para poder gestionarla dentro del lienzo.
- Quieren pulsar el personaje y que hable en vez de escribir el texto. Esta confusión es debida a que las pruebas de los módulos de historias y de comics se hicieron en la misma sesión. Por este motivo, los niños del IPP tienen cierta confusión respecto a los elementos textuales.
- No visualiza correctamente el botón de “Ver Historias”.
- No es intuitivo que hay que pulsar las escenas en la pantalla de visualización.
- Se miran entre ellos para saber cómo seguir.
- Saben cómo volver a la pantalla principal.
- Borran los personajes intentando llevar los elementos a la papelera.

No hay demasiados problemas ya que se esperaba que los niños del IPP tuvieran más dificultades a la hora de interactuar con la aplicación.

El último grupo que participó en esta sesión, estaba formado por una chica indecisa (P8), una chica muy divertida que disfruta utilizando la aplicación (P3) y el participante P4 quien puede ser que fuese la persona que más problemas encontrase a la hora de interactuar con la aplicación. Un ejemplo de la interacción de una niña durante el proceso de creación de historias, se puede ver en la Figura 53. En las observaciones de este grupo se anotaron las siguientes acciones: i) quieren dibujar personajes en el lienzo, ii) para el borrado de personales intentan llevar también los personajes a la papelera y uno de ellos se queda en una posición inconsistente entre el lienzo y la papelera, y iii)

en la pantalla de visualización de historias, intentan mover la escena al lienzo con un movimiento de arrastre.

Tras la primera sesión en este centro, se decide poner algunas mejoras para intentar que durante la segunda sesión los niños que participen tengan menos problemas. Algunas de estas mejoras fueron ampliar aún más el texto de las pantallas (ya se había ampliado previamente entre las pruebas del colegio de Nuestra Señora del Recuerdo y la primera sesión del IPP), o quitar los mensajes de borrado que aparecen al activar y desactivar la papelera, ya que confunden a los usuarios.

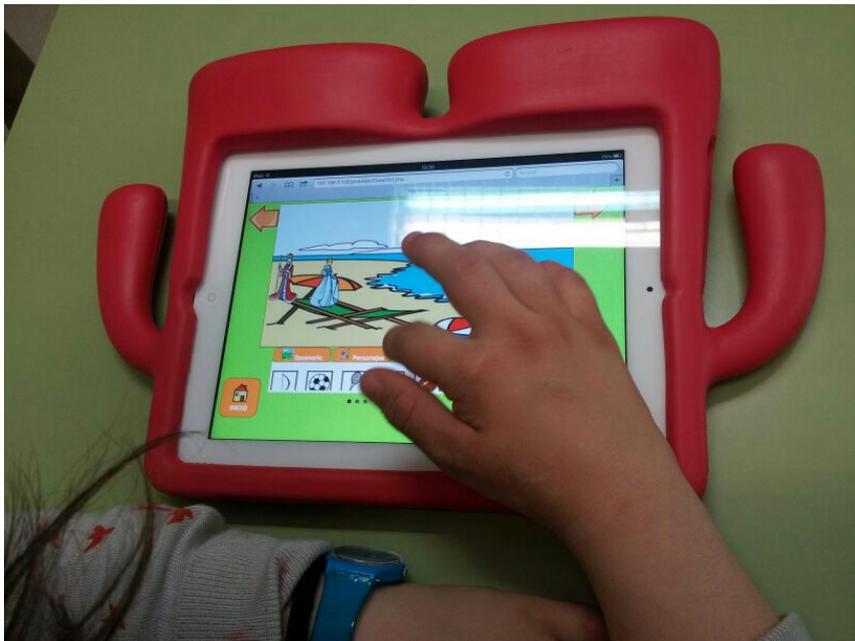


Figura 53. Niña del IPP creando una nueva historia

La segunda sesión se dividió en tres grupos, un primer grupo formado por una chica que poseía mayores problemas de concentración y con la que no se pudieron llevar a cabo las evaluaciones completas pues respondía cantando, señal que significa nerviosismo y se decidió parar la evaluación para no forzarla y frustrarla con las pruebas de la aplicación.

El segundo grupo estaba formado por P10 y P9 quienes interactuaron sin problemas con la aplicación, especialmente P9 que respondía más rápidamente. En este grupo:

- Mueven perfectamente los objetos en el lienzo.
- A la hora de escribir tienen problemas en el manejo de la barra espaciadora para separar las palabras de la frase que quieren incluir.

- Se acercan a la pantalla para leer lo que han incluido en la escena, o el texto de los botones.
- No se acuerdan de la posición de los personajes en la creación de una segunda historia.
- Asocian frases con la escena que se está llevando a cabo. El hecho que incluyeran personajes y objetos relacionados con los escenarios, además de que el texto representara la escena fue un punto importante, ya que desde el IPP se indicaba que uno de los puntos a mejorar sería que las escenas tuvieran un número de personajes y objetos asociados con el objetivo de mejorar la capacidad de relación entre lugares y personas.
- Escriben títulos coherentes con la escena que han construido.
- De nuevo, en la pantalla de visualización no intuyen que hay que pulsar en una de las escenas para que se pueda ver.

Por último, desde la dirección del centro se indicó que se podría probar la aplicación en una pizarra digital para ver cómo interactuaban. En este caso, ya que todos los niños habían interactuado con la misma en iPads, se procedió a coger a P2 y P5 que usaron la aplicación durante la primera sesión. Al ser unos de los que mejor respondieron en la interacción previa, vuelven para probarla en la pizarra digital y observar su manejo con ésta (véase la aplicación en una pizarra digital en la Figura 54).

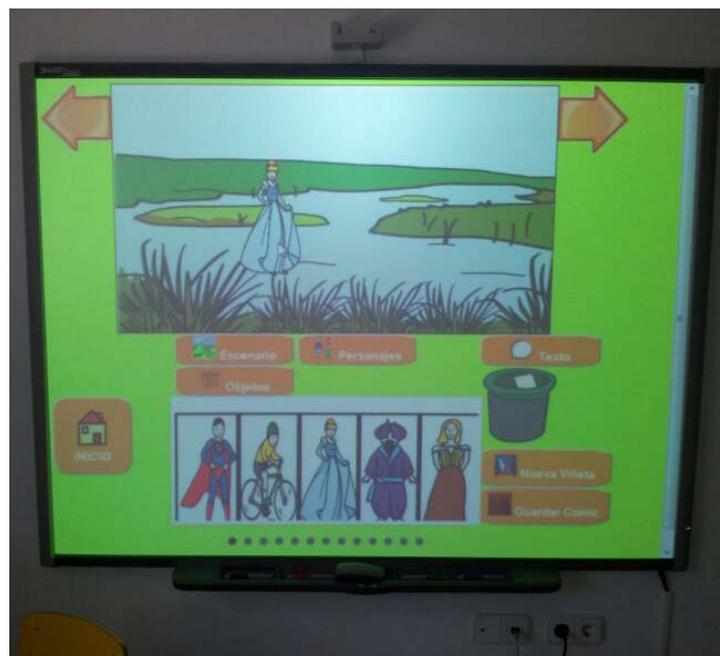


Figura 54. Proyecto en pizarra digital

En la interacción con la pizarra digital se decidió volver a poner las flechas en el carrusel ya que el gesto de arrastre debido al dispositivo no funcionaba. Esto fue un aspecto que se cambió respecto al día anterior. Al principio de esta sesión, se les explicó a los participantes que se había tenido que añadir estos botones y que además no funcionaba el gesto de arrastre para el carrusel. Además, para introducir texto fue necesario que los niños utilizaran un teclado físico ya que desde los profesionales del centro se desaconsejó la entrada de texto usando el teclado de la propia pizarra. Por su experiencia previa, era bastante tedioso por lo que nos recomendaron usar un teclado físico.

En el caso de la pizarra digital, P5 maneja todas las opciones de la pantalla de creación a la perfección y hay que recordarle algunos puntos del día anterior como puede ser la posición de los botones principales. Como se esperaba, P5 repetía el movimiento del día anterior deslizando su dedo por el carrusel de imágenes aunque luego recordaba lo que se le había indicado sobre las nuevas flechas a ambos lados del carrusel. P5 se maneja muy bien con el teclado del portátil para escribir el texto. Con las acciones de P5 se decide que sería bueno poner un máximo de caracteres en la escritura de texto, pues por ejemplo, P5 es una chica que le encanta escribir historias y escribe tanto texto que puede llegar a molestar a la hora de ver parte del lienzo.

Sobre la participación de P2 en la pizarra digital no hubo problemas, pues P2 se maneja muy bien con la tecnología. El único punto a tener en cuenta es que le cuesta llevar a cabo el movimiento de arrastre en el lienzo porque la imagen no acompaña al movimiento.

En las siguientes imágenes se muestra una de las historias que creó uno de los participantes de este centro. La historia se llamó: *“El bosque encantado de amor”*, una historia que creó una de las participantes a la que le encanta las novelas de amor como se puede ver en las siguientes escenas.



Figura 55. Escena 1 - "El bosque encantado de amor"



Figura 56. Escena2 - "El bosque encantado de amor"

Una vez se terminaron las evaluaciones en los dos centros, se recogen todas las recomendaciones y problemas encontrados en todas las sesiones para guardarlos y mejorar esos puntos en el diseño final de la aplicación. En el siguiente apartado, se recogen todas las recomendaciones y mejoras de la evaluación.

5.4. RESULTADOS

En cuanto al centro Nuestra Señora del Recuerdo, se realizó una pequeña evaluación final oral en la que pudimos recoger las mejoras que pedían los niños y aspectos o funcionalidades que podían faltar a la aplicación. La encuesta informal que constaba de las siguientes preguntas:

- 1) ¿Os ha gustado el juego?
- 2) ¿Qué os gusta?
- 3) ¿Os ha parecido fácil usarlo?
- 4) ¿Qué escenas echáis os gustaría que aparecieran?
- 5) ¿Qué personajes os gustaría que hubiese?
- 6) ¿Echáis de menos algún objeto más?
- 7) ¿Qué os ha parecido más fácil usarlo en iPad o en ordenador?

En respuesta a estas preguntas, se obtuvieron los siguientes datos:

- 1) La mayoría de los niños contesta que sí les ha gustado la aplicación, excepto un niño que contesta que regular.
- 2) Cuatro niños responden que les ha gustado más hacer historias, dos de ellos hacer un cómic y uno de ellos poder ponerles un título a su proyecto.
- 3) A todos les ha parecido fácil usarlo.
- 4) Las escenas que les gustaría que apareciesen en el primer prototipo son las siguientes: parque de atracciones, castillo, cueva, espacio, campo de fútbol, casa, ring de boxeo, pista de atletismo, hotel, cine, piscina, campo de boxeo, o campo de rugby.
- 5) Los personajes más demandados fueron los siguientes: lagarto “malo”, Harry Potter, mamut, murciélago, Ironman, guepardo, cocodrilo, dinosaurios, jugador de fútbol, niños, jugador de tenis, portero, nadador, profesor, hada, duende, conejo, buitre, señores mayores, jugador de fútbol, caballo, hadas, o duendes.
- 6) Por último los objetos que echaron en falta: planetas, cohetes, estrellas, escobas voladoras, vehículos, edificios, bases espaciales, luna y sol.
- 7) A la mayoría les parece más fácil el uso del ordenador, seguramente porque estén más habituados a ellos mientras que en iPad creen que es más fácil dos de los niños correspondientes al primer grupo que fueron los que probaron los dos dispositivos.

A continuación, se recogen las mejoras y resultados obtenidos en las pruebas de evaluación de ambos centros. Estas mejoras son las siguientes:

- Inclusión de botones más grandes y visualización del texto en una fuente de letra de mayor tamaño.
- Los personajes y objetos deberían tener relación con el escenario seleccionado. Una de las profesoras da la posibilidad de ofrecer una configuración en la pantalla de opciones que permita elegir si según el escenario que se elija aparezcan determinados personajes y objetos. De esta forma, se podría dar más flexibilidad en cuanto a la aplicación dependiendo de las necesidades de los niños
- Posibilidad de orientar tanto los bocadillos como los personajes.
- Cambiar el nombre de escenarios por lugares ya que a los niños les resulta más intuitivo.
- Poner flechas en la pantalla de visualización de proyectos y quitar el carrusel de imágenes aunque esto indicara que la interfaz no es coherente ya que en una pantalla la interacción se realizaría de una forma y en la de visualización de otra.
- La primera escena debe aparecer por defecto en la pantalla de visualización, no intuyen que hay que pulsar sobre las escenas para poder visualizar la historia.
- No repetir los elementos en el lienzo a pesar de que en el primer centro se demandaba porque es mucho mejor para los chicos con algún tipo de discapacidad. La razón es que ellos relacionan los personajes con ellos mismos y ellos no pueden estar en dos sitios a la vez. Dado que había disparidad de opiniones respecto a esta funcionalidad, podría considerarse como una opción más del menú de configuración de la aplicación. De esta forma, dependiendo de las necesidades del niño, la aplicación se adaptaría.

Los puntos anteriores se corresponden con las mejoras que se han observado en la evaluación de los usuarios, pero los profesores, especialmente los del centro de educación especial, nos hicieron además algunas recomendaciones:

- Eliminar la posibilidad de guardar los proyectos en servidor por ser un poco tedioso si se utiliza la aplicación en varios centros. Sólo en las tres sesiones, nos encontramos con más de veinte proyectos guardados en servidor y esto podría dificultar que el usuario encuentre su propio proyecto. Se piensa la posibilidad de que se pueda descargar el proyecto en un fichero comprimido con las imágenes de las historias creadas. De esta forma, los chicos puedan guardar su historia si lo desean.

- La aplicación puede ser muy buena para que los niños con discapacidad practiquen diálogos ya que es uno de sus puntos flojos.
- La aplicación les puede ayudar a mejorar su escritura o capacidad oral y de lectura.

Tras las recomendaciones y anotaciones de la evaluación, en el capítulo siguiente, aparte de exponer las conclusiones del trabajo, se concretan algunos proyectos futuros.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La construcción y diseño de este proyecto ha sido muy satisfactorio para la vida personal y profesional. La sensación que se concluye, especialmente, del centro IPP es que la tecnología es muy importante para que las personas con discapacidad puedan mejorar en su vida y en su día a día. La tecnología hoy en día está muy avanzada y muy poco asociada a la educación especial, es un punto que hay que mejorar y ampliar principalmente porque con muy poco se puede ayudar a que ellos mejoren mucho.

Un punto a investigar es éste, la tecnología aplicada a la educación especial pues hoy en día no hay muchas personas que se impliquen en ella y para que haya proyectos orientados se ha llegado incluso a organizar distintos premios que animen a algunos a comenzar un trabajo que pueda ayudarles a ellos.

Un proyecto y más una aplicación que esté dirigida a chicos y chicas, ya sean niños o algo más mayores y ya tengan discapacidad o no, es una responsabilidad y requiere de una gran organización y participación en él si se desea que de verdad se llegue a algún objetivo en concreto. Este proyecto ha tenido una duración total de un año, un año que ha llevado todas las fases de definición de requisitos, creación de un primer prototipo, evaluación de expertos, inclusión de mejoras en el prototipo, implementación, evaluación, recogida de resultados y finalmente un mantenimiento que se llevará a cabo en sus años venideros.

La realización de este proyecto, ha enfocado mi opinión sobre mis futuros estudios y sobre qué me gustaría hacer con los conocimientos que he adquirido en estos cuatro años, la informática es muy grande y hay mucho que investigar y avanzar.

Con la finalización de este proyecto, cabe destacar que la experiencia personal y profesional ha sido gratificante y ha podido aclarar en gran medida alguna duda sobre qué seguir estudiando y es algo que esté relacionado con esto. Si con conocimientos que han llevado cuatro años interiorizar y aprender se pueden obtener estos resultados, qué mejor manera que seguir ampliando estos conocimientos.

Como trabajos futuros se propone crear la aplicación en lenguajes propios de los sistemas operativos de tabletas como Android, Windows 8 o iOS. Esto facilitaría su uso en las tabletas y además se podrían crear más opciones y construir una implementación más perfeccionada y con mayores posibilidades de uso.

Además se quiere poder añadir algunas opciones que no se pudieron añadir por limitaciones del lenguaje como poder poner tus propias imágenes guardadas en la tableta, añadirle música o incluso poder poner voz a tus personajes. Esto además sería bueno para aquellos usuarios que no sepan escribir o se frustren demasiado realizando esta acción.

Por supuesto, se quiere insertar todas las recomendaciones y mejoras que se han obtenido en la evaluación final del proyecto como poder guardar en un archivo comprimido nuestra historia o nuestro cómic y descargarlo para conservarlos cuanto deseemos. Especialmente, se desea poder finalizar el proyecto creando una aplicación más usable y accesible abarcando el mayor número de usuarios posibles, independientemente de sus características físicas o psicológicas.

7. BIBLIOGRAFÍA

ARTÍCULOS

- ROBINS B., DAUTENHAHN K. “Developing Play Scenarios for Tactile Interaction with a Humanoid Robot: A Case Study Exploration with Children with Autism”
- GILLIAN R. HAYES, SEN HIRANO, GABRIELA MARCU, MOHAMAD MONIBI, DAVID H. NGUYEN, MICHAEL YEGANYAN” Interactive visual supports for children with autism”
- EVDOKIMOS I. KONSTANTINIDIS, ANDREJ LUNESKI, MARIA M. NIKOLAIDOU “Using Affective Avatars and Rich Multimedia Content for Education of Children with Autism”
- DAVID SAWYER MCFARLAND “JavaScript y JQuery”, Editorial ANAYA
- BEAR BIBEAL, YEHUDA KATZ “Jquery 1.4”, Editorial ANAYA
- PINCUS, H.A., APA (American Psychiatric Asso), FIRST, M.B., FRANCES, A. (2009). “DSM-IV-TR: LIBRO DE CASOS: MANUAL DIAGNOSTICO Y ESTADISTICO DE LO S TRASTORNOS MENTALES”, Editorial MASSON.
- OJEA, M. (2004). “ESPECTRO AUTISTA: INTERVENCION PSICOEDUCATIVA”, Editorial ALJIBE.
- GAL, E., BAUMINGER, N., GOREN-BAR, D., PIANESI, F., STOCK, O., ZANCARO, M. y Weiss, P.L. (2009) “Enhancing social communication of children with high-functioning autism through a co-located interface”, AI & Society, vol. 24, núm. 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00146-009-0199-0>
- HOURCADE, P., BULLOCK-REST, N.E. y HANSEN, T.E. (2012) “Multitouch tablet applications and activities to enhance the social skills of children with autism spectrum disorders”, Personal Ubiquitous Computing, vol. 16, núm. 2, pp. 157-168. DOI = <http://dx.doi.org/10.1007/s00779-011-0383-3>

Páginas web

- Pictogramas: <http://arasaac.org/>
- Desarrollo de un editor para juegos accesibles: http://www.e-ucm.es/drafts/e-UCM_draft_198.pdf
- Página sobre autismo: <http://autismodiario.org/>
- Tutorial HTML5: http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp
- Tutorial CSS3: <http://www.w3schools.com/css3/default.asp>
- Tutorial Javascript: <http://www.w3schools.com/js/default.asp>
- Tutorial PHP: <http://www.w3schools.com/php/default.asp>
- Tutorial AJAX: <http://www.w3schools.com/ajax/default.asp>
- Tutoriales de trabajo con librería kineticjs: <http://www.html5canvastutorials.com/>
- Librería Kinetic <http://kineticjs.com/>
- Uso de canvas en HTML5 http://www.w3schools.com/html/html5_canvas.asp
- Carrusel : <http://bxslider.com/>
- Guardar la imagen del lienzo: <http://stackoverflow.com/questions/13198131/how-to-save-a-html5-canvas-as-image-on-a-server>
- Audio en HTML5 <http://www.genbetadev.com/desarrollo-web/introduccion-al-elemento-audio-de-html>
- Texto en HTML5 <http://msdn.microsoft.com/es-es/magazine/hh708752.aspx>
- Canvas con texto <http://www.wextensible.com/temas/html5-canvas/>

ANEXO I: Cuestionario de evaluación

Pantalla de inicio



1. Los iconos son fáciles de interpretar:
 - a. Sí
 - b. NS/NC
 - c. No, ¿cuál/es no son fáciles?

2. La inclusión de texto en los botones es útil:
 - a. Sí
 - b. NS/NC
 - c. No, ¿por qué?

3. Se deberían incluir menos dibujos:
 - a. Sí, ¿qué quitaría?
 - b. NS/NC
 - c. No

4. Valore de 1 a 5 (1: Muy Malo – 5: Muy Bueno) el título de la aplicación:
Muy malo Malo NS/NC Bueno Muy bueno

¿Se le ocurre alguna alternativa mejor al título de la aplicación?

Pantalla de Opciones



1. Los iconos son fáciles de interpretar:
 - a. Sí
 - b. NS/NC
 - c. No, ¿cuál/es no son fáciles?
2. El botón para ir a la pantalla inicial de la aplicación es fácil de reconocer:
 - a. Sí
 - b. NS/NC
 - c. No, ¿cómo lo mejoraría?
3. Hay alguna opción de las que aparecen en esta pantalla ¿que considere irrelevante? ¿Cuál? ¿Por qué?
4. Escriba, si lo desea, alguna opción a configurar en la aplicación que considere relevante y no aparezca.

Pantallas de selección



1. Las cabeceras son fáciles de leer:
 - a. Sí
 - b. NS/NC
 - c. No, ¿en cuál se puede tener problemas?
 - d.

2. Cree necesario el uso de algún icono para reforzar la funcionalidad de los botones “Nuevo comic”, “Nueva historia”, “Ver mis comics”, o “Ver mis historias”
 - a. Sí
 - b. NS/NC
 - c. No

3. Si la anterior respuesta fue afirmativa, ¿qué iconos incluiría y dónde?

Pantalla lienzo con la creación de historias o comics



1. Valore la colocación de los elementos en la pantalla:

Muy malo	Malo	NS/NC	Bueno	Muy bueno
----------	------	-------	-------	-----------

2. Valore el uso de un carrusel para la selección de escenarios, personajes y objetos:

Muy malo	Malo	NS/NC	Bueno	Muy bueno
----------	------	-------	-------	-----------

3. ¿Qué le sugiere el botón  ?
 - a. Hacer una foto
 - b. Añadir un imagen externa a la aplicación
 - c. Las opciones anteriores a y b
 - d. Ninguna de las anteriores

4. Vería positivo poder visualizar miniaturas de las escenas o viñetas anteriores:
 - a. Sí
 - b. NS/NC
 - c. No

5. En caso que haya respondido afirmativamente en la respuesta anterior indique donde cree que es el lugar más adecuado.

6. El hecho de arrastrar los objetos desde el carrusel de imágenes de la parte inferior al lienzo es intuitivo:
 - a. Sí
 - b. NS/NC
 - c. No, ¿cómo lo mejoraría?

7. Escriba si algún icono no le parece claro y directo y a ser posible una alternativa.

Pantalla de Mis Comics



Laura Pizarro Casas

1. Que método considera más apropiado para guardar las comics:
 - a. Los comics de todos los usuarios, ordenadas por fechas
 - b. Usar un usuario y contraseña para cada niño
 - c. Otra:

2. Al realizar la búsqueda, ¿qué considera más fácil para un niño?
 - a. Búsqueda por nombre del comic
 - b. Fecha de la creación
 - c. Otra:

3. ¿Sería buena idea permitir que todos los usuarios de estas aplicaciones puedan ver los comics de todos con la idea de dar más difusión de los comics creados?
 - a. Sí
 - b. NS/NC
 - c. No

General

1. Valore los colores usados para el prototipo:

Muy malo	Malo	NS/NC	Bueno	Muy bueno
----------	------	-------	-------	-----------

2. Valore la sencillez del prototipo:

Muy malo	Malo	NS/NC	Bueno	Muy bueno
----------	------	-------	-------	-----------

3. Valore si el camino que deben seguir el niño para interactuar con las distintas ventanas del prototipo es lógico:

Muy malo	Malo	NS/NC	Bueno	Muy bueno
----------	------	-------	-------	-----------

4. Destaque los aspectos que más le hayan gustado.

5. Destaque los aspectos que menos le han gustado.

6. Comentarios o sugerencias para mejorar la aplicación.

ANEXO II: Casos de uso para la evaluación con usuarios finales

OPCIONES

La primera página nos muestra un menú muy sencillo, a elegir entre historias y cómics. Además aparece un botón correspondiente a las opciones, pulse sobre ella y elija la opción que permite poner la aplicación en inglés. Vuelva a la pantalla anterior y seleccione el botón que nos lleva a la creación de historias.

CREACIÓN DE UNA HISTORIA

se muestra una ventana pulse sobre crear una nueva historia y aparecerá la ventana con un lienzo y diferentes opciones de diseño. En esta pantalla, comience la creación de una historia mediante la selección de un escenario y dos personajes además de tres objetos y colóquelos donde desee dentro de la escena.

Cree una nueva escena y diseñela como desee además de introducir texto mediante la opción que se le presenta en la ventana.

VER MIS HISTORIAS

Una vez se terminan la edición de historias, termine la historia y ésta se guardará.

Volvamos hacia atrás, encontrándonos de nuevo en el menú de Historias y procedamos a ver la historia que acabamos de crear.

Si hemos terminado, volvamos a la página de Inicio y cerramos la ventana.

ANEXO III: Hoja de observación en las evaluaciones con usuarios finales

ABREVIATURAS

✓: No tiene problemas con nada

✗: Tiene dificultades para continuar (Apuntar cuales son las dificultades)

P: Esta perdido

B: Se bloquea

Duda (Marcar cuantas): Si pregunta algo y apuntar su pregunta

?: Nos pide ayuda

?C: Pide ayuda a un compañero

Mira: Mira cómo lo esta haciendo el resto

HISTORIAS				
INICIO	OPCIONES	SUBINICIO	CREACIÓN	VER