

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Departamento de Informática



Universidad de Oviedo

Universidá d'Uviéu

University of Oviedo

Tesis Doctoral

Programa de Doctorado en Informática

Interacción e intervención con dispositivos móviles
para usuarios con TEA y trastornos comunicativos

Autor: David Cabiellas Hernández

Directores

Dr. Juan Ramón Pérez Pérez

Dra. María del Puerto Paule Ruiz

Oviedo, 2021



RESUMEN DEL CONTENIDO DE TESIS DOCTORAL

1.- Título de la Tesis	
Español/Otro Idioma: Interacción e intervención con dispositivos móviles para usuarios con TEA y trastornos comunicativos	Inglés: Interaction and intervention with mobile devices for users with ASD and communication disorders
2.- Autor	
Nombre: David Cabielles Hernández	DNI/Pasaporte/NIE:
Programa de Doctorado: Programa Oficial de Doctorado en Informática	
Órgano responsable: Universidad de Oviedo	

RESUMEN (en español)

La tecnología se ha convertido en uno de los pilares básicos de la sociedad moderna, pudiendo observar una clara evolución en la misma gracias al desarrollo y la innovación que se ha llevado a cabo en los últimos años. Uno de los entornos en los que la tecnología está destacando es el del aprendizaje, dando lugar al e-Learning. Conocemos como e-Learning todo sistema que, haciendo uso de las nuevas tecnologías, en especial de internet, permiten instruir y formar tanto en entornos de aprendizaje clásicos como es el aula, como fuera de ella. Por otro lado, podemos observar que las necesidades educativas especiales forman parte de una sociedad que sufre cambios continuos y que busca una equidad en un sentido amplio, atendiendo a la diversidad existente entre personas y buscando la inclusión de las mismas. Podemos definir como "Necesidades Educativas Especiales" (NEE) aquellas que un alumno requiere cuando recibe, durante un periodo de su escolarización o a lo largo de toda ella, determinados apoyos y atenciones educativas por presentar una diversidad funcional, como puede ser el Trastorno de Espectro Autista (TEA).

Teniendo en cuenta el estado actual y constante de avance tecnológico, como influye en el ámbito educativo, y la necesidad de buscar la inclusión de los niños con necesidades educativas especiales, nos propusimos el objetivo principal de esta tesis: cómo influyen los dispositivos móviles en el tratamiento y la interacción en niños con en el ámbito de las NEE, concretamente, en los trastornos de la comunicación. Para ello esta tesis cuenta con tres contribuciones que permiten cumplir el objetivo especificado. La metodología ha estado basada en casos de estudios fundamentados en el desarrollo de prototipos que nos han permitido recoger los datos que corroboraban las hipótesis de trabajo.

En primer lugar, se ha desarrollado una aplicación móvil denominada dmTEA, basada en IDEA, el Inventario de Espectro Autista que describe las características del autismo mediante doce dimensiones diferentes. dmTEA consta que doce actividades que permiten modelizar el comportamiento de los niños con TEA, además de facilitar el diagnóstico del autismo en las diferentes áreas funcionales del mismo descritas en IDEA.

En segundo lugar, se ha implementado una aplicación llamada Cadena de Palabras, basada en PECS y el Tren de Palabras, métodos tradicionales en el aprendizaje de vocabulario y construcción de oraciones en niños con problemas de comunicación. Con Cadena de Palabras se busca que los niños con NEE en el área comunicativa progresen en la adquisición de vocabulario y construcción de frases, aprovechando las posibilidades de interacción que ofrece la tecnología móvil junto con el uso de los estímulos visuales y sonoros.

Por último, se desarrollan dos prototipos basados en la metodología de aprendizaje de Montessori, denominados "Emparejando Palabras" y "Tarjetas y Sonidos". Con estas aplicaciones se realizan dos casos de estudio que permiten comparar la interacción entre niños con y sin NEE en la comunicación. Para ello, se comprueba por un lado la eficiencia de uso tras un periodo de tiempo para saber cómo de rápido realizan los niños las



actividades, y por otro, si existen similitudes en la interacción entre ambos grupos tras un tiempo de uso. Esta segunda parte nos permite conocer si se puede hacer una generalización en el uso de las tecnologías móviles con ambos grupos.

Con las tres investigaciones realizadas podemos determinar, por un lado, que con los dispositivos móviles se puede ofrecer un soporte a la hora de evaluar las características del autismo, a la vez se modela el comportamiento de los estudiantes. En segundo lugar, que las tecnologías móviles permiten un progreso gradual en la adquisición de vocabulario y en la construcción de oraciones en niños con problemas comunicativos, gracias en parte a su adaptación de contenidos a las necesidades específicas del usuario. Por último, puede observarse que, tras un periodo de tiempo de uso de las aplicaciones, niños con y sin NEE cambian la forma de interacción y el tiempo de uso, a pesar de que ambos grupos interaccionan de forma diferente.

Publicaciones asociadas:

Pérez-Pérez, J.-R., Cabielles-Hernández, D., Sánchez-Santillán, M., y Paule-Ruiz, M. (2020). Interaction of children with and without communication disorders using Montessori activities for the Tablet. *Personal and Ubiquitous Computing*. DOI:10.1007/s00779-020-01471-7

Cabielles-Hernández, D., Pérez-Pérez, J., Paule-Ruiz, M., y Fernández-Fernández, S. (2017). Specialized Intervention Using Tablet Devices for Communication Deficits in Children with Autism Spectrum Disorders. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(2), 182-193. DOI:10.1109/TLT.2016.2559482

Cabielles-Hernández, David, Pérez-Pérez, J. R., Ruíz, M., Alvarez, V., y Fernández-Fernández, S. (2014, septiembre 19). dmTEA: Mobile Learning to Aid in the Diagnosis of Autism Spectrum Disorders. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(2), 182-193. DOI:10.1007/978-3-319-11200-8_3

RESUMEN (en Inglés)

The development and innovation carried out in recent years has led to a clear evolution of technology, which has become one of the basic pillars of modern society. One of the contexts in which technology is standing out is educational area, giving rise to e-Learning. e-Learning allows instructing and training both in classic learning environments, such as the classroom, as well as other non-traditional learning scenarios. On the other hand, special educational needs are part of a society that undergoes continuous changes and that seeks equity and inclusion. We define "Special Educational Needs" (SEN) as those that a student requires during a period of their schooling or throughout it, such as certain educational support and attention that is needed when presenting a functional diversity like Autism Spectrum Disorder (ASD).

Taking into account the current state of technology and its constant advance, how it influences the educational field, and the need to seek the inclusion of children with special educational needs, we propose the main objective of this thesis: how mobile devices influence the treatment and interaction in children with SEN, specifically in communication disorders. In this thesis we define three contributions which allowed us to corroborate the working hypotheses. In addition, a methodology based on case studies on the development of prototypes has allowed us to collect the data required.

First, a mobile application called dmTEA has been developed, based on IDEA, the Spanish Autism Spectrum Inventory, which describes the characteristics of autism through twelve different dimensions. dmTEA consists of twelve activities that allow modeling the behavior of children with ASD, in addition to facilitating the diagnosis of autism in the different functional areas described in IDEA.

Second, an application called Chain of Words has been implemented, based on PECS and the Train of Words, traditional methods for learning vocabulary and sentence construction in children with communication problems. With Chain of Words it is sought that children with SEN in the communicative area progress in the acquisition of vocabulary and construction of sentences, taking advantage of the interaction possibilities offered by mobile technology together with the use of visual and sound stimuli.



Finally, two prototypes are developed based on the Montessori learning methodology, called "Matching Words" and "Cards and Sounds". With these applications, two case studies are carried out that allow us to compare the interaction between children with and without SEN in communication. To do this, the efficiency of use is checked after a period of time to find out how quickly the children carry out the activities. In addition, these activities allow us to analyze the how similar the interaction for both groups is after a period of use, so a generalization can be made in the use of mobile technologies with both groups.

With the three investigations carried out we can determine, on the one hand, that with mobile devices support can be offered when evaluating the characteristics of autism, at the same time the behavior of students is modeled. Second, that mobile technologies allow gradual progress in the acquisition of vocabulary and in the construction of sentences in children with communication disorders, thanks in part to their adaptation of content to the specific needs of the user. Finally, it can be observed that, after a period of time of use of the applications, children with and without SEN change the form of interaction and the time of use, despite the fact that both groups interact differently.

Associated papers:

Pérez-Pérez, J.-R., Cabiellas-Hernández, D., Sánchez-Santillán, M., y Paule-Ruiz, Mp. (2020). Interaction of children with and without communication disorders using Montessori activities for the Tablet. *Personal and Ubiquitous Computing*. DOI:10.1007/s00779-020-01471-7

Cabiellas-Hernández, D., Pérez-Pérez, J., Paule-Ruiz, M., y Fernández-Fernández, S. (2017). Specialized Intervention Using Tablet Devices for Communication Deficits in Children with Autism Spectrum Disorders. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(2), 182-193. DOI:10.1109/TLT.2016.2559482

Cabiellas-Hernández, David, Pérez-Pérez, J. R., Ruíz, M., Alvarez, V., y Fernández-Fernández, S. (2014, septiembre 19). dmTEA: Mobile Learning to Aid in the Diagnosis of Autism Spectrum Disorders. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(2), 182-193. DOI:10.1007/978-3-319-11200-8_3

**SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL PROGRAMA DE DOCTORADO
EN _____**

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	i
Índice de figuras.....	v
1 Introducción	1
1.1 Motivación	1
1.2 Contribuciones	3
1.3 Estructura del documento	4
2 Estado del arte.....	5
2.1 Las nuevas tecnologías en el autismo	5
2.2 Los dispositivos móviles en el tratamiento del autismo y los problemas comunicativos	8
2.3 Tecnologías Montessori y tratamiento de las necesidades educativas especiales	11
3 dmTEA: Soporte de la tecnología para el diagnóstico del Austismo	15
3.1 Introducción	15
3.2 Preguntas de investigación.....	17
3.3 dmTea: Descripción del prototipo.....	18
3.4 Metodología	26
3.4.1 Procedimiento	28
3.4.2 Recogida y Análisis de datos	30
3.5 Resultados	31

3.6	Discusión e interpretación de resultados	33
4	Cadena de palabras: Uso de las Tablet en niños con problemas de comunicación	35
4.1	Introducción	35
4.2	Preguntas de investigación	38
4.3	Cadena de Palabras: Descripción del prototipo.....	39
4.4	Metodología	44
4.3.1	Muestra.....	45
4.3.2	Procedimiento	45
4.3.3	Recogida y Análisis de datos	47
4.5	Resultados	50
4.5.1	Progreso en los déficits de comunicación	51
4.5.2	“Cadena de palabras” y los métodos tradicionales	53
4.6	Discusión e interpretación de resultados	54
5	Estudio comparativo de la interacción con la tecnología móvil entre niños con y sin transtornos de comunicación	59
5.1	Introducción	59
5.2	Preguntas de investigación	62
5.3	Emparejando Palabras y Tarjetas de Sonido: Descripción del Prototipo	63
5.4	Metodología	68
5.4.1	Muestra.....	68
5.4.2	Procedimiento	69
5.4.3	Proceso de extracción de variables	70
5.4.4	Análisis de datos	72

5.5	Resultados	73
5.6	Discusión e interpretación de resultados	79
6	Conclusiones	85
6.1	Trabajo futuro.....	88
A.	Resultados de cada actividad de “Cadena de Palabras” por niño y por sesión	91
B.	Datos de “Cadena de Palabras”	93
C.	Ficheros de datos de la tesis	95
D.	Publicaciones	97
	Referencias	99

Índice de figuras

Tabla 1. Aplicaciones de ordenador para TEA	7
Figura 1. Sistema de comunicación PECS.....	10
Figura 2. Alfabeto móvil de Montessori.....	13
Tabla 2. Dimensiones de IDEA con los trastornos principales.....	19
Figura 3. Primera tarea de dmTEA	20
Figura 4. Segunda tarea de dmTEA.....	20
Figura 5. Tercera tarea de dmTEA	21
Figura 6. Cuarta tarea de dmTEA	21
Figura 7. Quinta tarea de dmTEA.....	22
Figura 8. Sexta tarea de dmTEA.....	22
Figura 9. Séptima tarea de dmTEA.....	23
Figura 10. Octava tarea de dmTEA	23
Figura 11. Novena tarea de dmTEA	24
Figura 12. Décima tarea de dmTEA	24
Figura 13. Undécima tarea de dmTEA	25
Figura 14. Duodécima tarea de dmTEA	26
Tabla 3. Dimensiones objeto de evaluación.....	27
Figura 15. Diagrama que muestra el uso y evaluación de dmTEA	28

Figura 16. Test de una tarea con un cuidador y usuario real	29
Tabla 4. Medias finales para caso de autismo moderado.....	31
Tabla 5. Medias finales para caso de autismo severo	32
Figura 17. Tren de Palabras	38
Figura 18. Captura de pantalla de la actividad de vocabulario	40
Figura 19. Captura de pantalla de la construcción de una oración	41
Figura 20. Diagrama de navegación de “Cadena de Palabras”.....	43
Tabla 6. Información de los niños elegidos para las pruebas de “Cadena de Palabras”	46
Tabla 7. Items del cuestionario, donde la “X” es sustituida por “Cadena de Palabras” y por “Sistemas tradicionales”	47
Tabla 8. Niveles de dificultad	48
Tabla 9. Descriptores estadísticos	51
Tabla 10. Descriptores estadísticos por sesión para la variable puntuación en el vocabulario.....	51
Tabla 11. Descriptores estadísticos por sesión para la variable puntuación en las oraciones.....	52
Figura 21. Gráfica con las puntuaciones medias de vocabulario por sesión .	52
Figura 22. Gráfica con las puntuaciones medias de oraciones por sesión	53
Figura 23. Resultado de las entrevistas con los profesores (* es $p < .05$, ** es $p < .001$ y $N = 11$).....	54
Figura 24. Evolución de las puntuaciones para ambas actividades en uno de los niños.	56

Figura 25. Captura de la actividad “Emparejando Palabras”	66
Figura 26. Captura de la actividad “Tarjetas y Sonidos”	67
Tabla 12. Estadísticos descriptivos para la actividad “Emparejando Palabras”. Muestra los valores de Media (M), Desviación Típica (SD) y Rango (Máximo-Mínimo) para cada variable y cada grupo, en el pretest y posttest	74
Tabla 13. Estadísticos descriptivos para la actividad “Tarjetas y Sonidos”. Muestra los valores de Media (M), Desviación Típica (SD) y Rango (Máximo-Mínimo) para cada variable y cada grupo, en el pretest y posttest	74
Figura 27. Variables del pretest de la actividad “Emparejando Palabras”	75
Figura 28. Variables del posttest de la actividad “Emparejando Palabras” ...	75
Figura 29. Variables del pretest de la actividad “Tarjetas y Sonidos”	76
Figura 30. Variables del posttest de la actividad de “Tarjetas y Sonidos”	76
Tabla 14. Puntuaciones de la actividad vocabulario por niño y sesión.....	91
Tabla 15. Puntuaciones de la actividad oraciones por niño y sesión	92
Tabla 16. Fichero de log “Cadena de Palabras”	93
Tabla 17. Eventos de log “Cadena de Palabras”	94

Capítulo 1

Introducción

1.1 Motivación

La tecnología se ha convertido en uno de los pilares básicos de la sociedad moderna, pudiendo observar una clara evolución en la misma gracias al desarrollo y la innovación que se ha llevado a cabo en los últimos años, pasando de los primeros ordenadores en la década de 1970, hasta llegar a los smartphones y tablets más modernos del mercado de finales de la década de 2010. Esta evolución ha afectado a numerosos ámbitos de la vida de las personas, por lo que podemos hablar de revolución tecnológica.

Uno de los entornos en los que la tecnología está destacando es el del aprendizaje, dando lugar al e-Learning (Rosenberg y Foshay, 2002). Conocemos como e-Learning todo sistema que, haciendo uso de las nuevas tecnologías, en especial de internet, permiten instruir y formar tanto en entornos de aprendizaje clásicos como es el aula, como en entornos exteriores o a distancia (García-Peñalvo et al., 2015). El e-Learning se caracteriza además por ofrecer contenidos de una forma sencilla, económica, interactiva y accesible para todo el mundo. Uno de los ejemplos es el desarrollo de los Learning Management Systems (LMS) como Moodle, que permiten crear cursos y contenidos para el alumnado tanto presencial, como a distancia u online. Otro es el aprendizaje aplicado con dispositivos móviles, que están en pleno crecimiento y su acceso es prácticamente universal, dando lugar a una variante conocida como mobile learning (Traxler y Kukulska-Julme, 2005a). De esta forma podemos observar cómo el aprendizaje puede distribuirse en diferentes

contextos con diversas modalidades de forma universal gracias a los cambios constantes de los sistemas tecnológicos.

Por otro lado, las necesidades educativas especiales forman parte de una sociedad que sufre cambios continuos y que busca una equidad en un sentido amplio, atendiendo a la diversidad existente entre personas y buscando la inclusión de las mismas (López y Valenzuela, 2015). Podemos definir como “Necesidades Educativas Especiales” (NEE) aquellas que un alumno requiere cuando recibe, durante un periodo de su escolarización o a lo largo de toda ella, determinados apoyos y atenciones educativas por presentar una diversidad funcional, como puede ser el Trastorno de Espectro Autista (TEA).

Teniendo en cuenta el estado actual y constante de avance tecnológico, como influye en el ámbito educativo, y la necesidad de buscar la inclusión de los niños con necesidades educativas especiales, nos propusimos investigar como influyen las nuevas tecnologías en niños con estas características. Hasselbring y Glaser (2000) observaron a principios de siglo cómo los ordenadores pueden ayudar a los estudiantes con NEE gracias a diferentes actividades adaptables y personalizables para cada caso, o incluso empleándolos para el procesamiento de palabras o como asistentes comunicativos en usuarios con dificultades de comunicación. A principios de la década de 2010, la expansión de los dispositivos móviles supuso una revolución para usuarios con estas características, bien siendo empleados como apoyo a la comunicación y la interacción social (Chien et al., 2014; Venkatesh et al., 2012), bien siendo utilizados en aspectos meramente educativos (Fernández-López et al., 2013).

Sin embargo, el trabajo de Wu et al. (2012) revela que el mobile learning ha sido empleado sólo un 0,56% en el caso de los estudiantes con alguna discapacidad. En el caso específico de las Necesidades Educativas Especiales, las carencias que existen hasta el momento se centran en la poca existencia de aplicaciones que ayuden a modelar el comportamiento de los niños, existiendo algunas aplicaciones dirigidas a tratar de manera global el autismo, pero sin

reparar en los trastornos de comunicación. Tampoco existen muchos trabajos que ofrezcan hallazgos de cómo interaccionan los niños con NEE con las aplicaciones móviles. Este escenario nos permite desarrollar las principales contribuciones de la tesis.

1.2 Contribuciones

Las principales contribuciones de este trabajo se exponen a continuación:

1. Ayudar al profesor/experto en la modelización y evaluación de las características del autismo con el soporte de la tecnología móvil. El objetivo de esta contribución es ofrecer al profesor una herramienta que, a través de doce tareas diferentes, permite modelizar el comportamiento de los niños autistas, además de facilitar el diagnóstico del autismo en las diferentes áreas funcionales del mismo.
2. En el campo de las Necesidades Educativas y, específicamente en el área de la comunicación, apoyar el aprendizaje de nuevo vocabulario y construcción de oraciones con una app educativa. El objetivo es aprovechar las posibilidades de interacción que ofrece la tecnología móvil, junto con el uso de los estímulos visuales y sonoros para facilitar que los niños con trastornos de comunicación, progresen en la adquisición de vocabulario y construcción de frases. Además, se compara el uso de la tecnología móvil con métodos tradicionales como PECS (Picture Exchange Communication Systems) o PowerPoint.
3. Comparativa de la interacción de los niños con y sin Necesidades Educativas Especiales (NEE). El objetivo es saber más acerca de cómo usan los niños con trastornos de comunicación la tecnología móvil. Para ello realizamos dos casos de estudio a través de actividades Montessori implementadas en una Tablet. Con el objeto de abordar esta contribución, la hemos dividido en dos:

- 3.1. La eficiencia de uso tras un periodo de tiempo. Con este enfoque se pretende saber cómo de rápido realizan los niños las actividades. Para ello, tenemos en cuenta tanto el tiempo que dedican a la actividad y cómo la usan.
- 3.2. Si existe una similitud en la interacción entre ambos grupos tras un tiempo de uso. Esta contribución nos permite conocer si se puede hacer una generalización en el uso de las tecnologías móviles con ambos grupos.

En esta investigación se ha seguido una metodología basada en casos de estudios y en el desarrollo de prototipos funcionales asociados. Para cada caso de estudio se ha hecho una recogida de datos cuantitativos y cualitativos con los prototipos citados, que nos han permitido corroborar las hipótesis de cada contribución.

1.3 Estructura del documento

El capítulo 1 contiene la introducción de esta tesis, seguido a continuación por el estado del arte en el capítulo 2. En el capítulo 3 se recoge dmTEA (David Cabiellas-Hernández et al., 2014), asociada al primer caso de estudio y que soporta la primera contribución de la tesis. dmTEA es una aplicación para tablet que ayuda en el diagnóstico y modelado del comportamiento de niños con TEA. El capítulo 4 recoge el segundo caso de estudio. Gracias al desarrollo de “Cadena de Palabras” (D. Cabiellas-Hernández et al., 2017) hemos recogido datos de los niños que nos permiten abordar segunda contribución. La última contribución está en el capítulo 5. Con dos actividades basadas en la metodología Montessori, abordamos el tercer caso de estudio que nos permite comparar la interacción en una Tablet entre niños con y sin NEE en el área de los trastornos de la comunicación (Pérez-Pérez et al., 2020). Finalmente, las Conclusiones están recogidas en el capítulo 6, pudiendo ver al final del documento los Apéndices.

Capítulo 2

Estado del arte

2.1 Las nuevas tecnologías en el autismo

Los principios de “The Universal Design for Learning” (UDL) (Rose y Meyer, 2002) fomentan la oferta de acceso universal a los programas educativos para todos los estudiantes, asegurando así la igualdad de oportunidades. Además, en el caso particular de la educación, la Declaración Universal de Derechos Humanos¹ (1948) establece el derecho a la educación y la igualdad de acceso a la educación para todos (art. 26).

La comunidad científica ha sido consciente de esta necesidad. Diferentes estudios muestran el uso de las tecnologías aplicadas a las necesidades educativas especiales. Hawkrige et al. (1985) observan las posibilidades de utilizar la tecnología en la educación de personas con diversidad funcional, teniendo en cuenta diferentes tipos como, por ejemplo, sordera, ceguera, problemas de movilidad o comunicación. Otros estudios intentan establecer qué tecnologías son más útiles para cada perfil, como la realizada por Wynne (2016), en la que menciona algunos ejemplos del impacto positivo. Entre ellos, se puede observar a estudiantes que participaron de una forma más activa en la clase, ya que podían escuchar instrucciones y ver mejor el texto gracias al uso de tecnología visual y auditiva. Además, el uso de software les permitió seguir la clase correctamente, tomando apuntes de una manera más sencilla.

¹ <http://www.un.org/en/documents/udhr/>

Dentro del área de Necesidades Educativas Especiales, podemos encontrar una división de aquellas personas afectadas por trastornos de comunicación. Teniendo en cuenta el manual de diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013), observamos dos grupos asociados a este tipo de problemas. Por un lado, encontramos trastornos del lenguaje: dificultades en el aprendizaje y el uso del lenguaje, que es causada por problemas con el vocabulario, la gramática y la formación de oraciones de manera adecuada. Estos trastornos pueden ser receptivos (comprender el lenguaje) y expresivos (producir mensajes). Por otro lado, observamos trastornos del sonido del habla, para aquellas personas con problemas de pronunciación y articulación de su lengua materna. Podemos destacar investigaciones que, mediante el uso de juegos, ayudan a los niños con trastornos del habla (Frutos et al., 2011; Toki y Pange, 2010) a mejorar sus habilidades adaptándose a sus necesidades específicas.

En este contexto de necesidades educativas especiales y trastornos comunicativos, podemos destacar el grupo de personas con TEA (Trastorno del Espectro Autista). Para poder evaluar el autismo se hace uso de IDEA (Rivière y Martos, 1998), que divide en cuatro grandes bloques las características de las personas con autismo, y a su vez, cada bloque en tres dimensiones diferentes. Además, presenta cuatro niveles característicos dentro de cada dimensión, permitiendo establecer el grado de afectación con mayor precisión. Desde un punto de vista pedagógico, existen diferentes aplicaciones de ordenador que cubren parcialmente las dimensiones ofrecidas por IDEA. Para nuestro trabajo, hemos hecho una selección de ellos (Tabla 1), eligiendo aquellos que brindan la posibilidad de cubrir la mayor parte de dichas dimensiones, centrándonos en las actividades específicamente relacionadas con los patrones de autismo de acuerdo a DSM-5.

Aplicación	Contenidos
<i>Sócrates 102 activities</i>	Permite el diseño de tareas dirigidas a distinguir figuras, colores y formas geométricas que permitan evaluar la flexibilidad mental y los rasgos del lenguaje receptivo.
<i>Adibú</i>	Dispone de ejercicios que orientan las tareas hacia trastornos del lenguaje receptivo, anticipación y suspensión, mediante ejercicios enfocados a la resolución de problemas y coordinación ocular y motora.
<i>Responsive Face</i>	Permite crear historias y ver películas de animación, fomentando el reconocimiento de las expresiones y los sentimientos del rostro.
<i>Clic</i>	Ofrece la posibilidad de relacionar imágenes e interactuar oralmente mediante preguntas y respuestas o aprendiendo nuevos sustantivos y adjetivos.

Tabla 1. Aplicaciones de ordenador para TEA

Los estudiantes con TEA han sido el foco principal de parte del desarrollo de sistemas educativos utilizando los beneficios ofrecidos por los dispositivos móviles. La razón es que ofrecen varias posibilidades, tanto en el campo expresivo como receptivo, gracias a la reducción de los contenidos lingüísticos en favor del grafismo, el iconicismo y los soportes multisensoriales disponibles. Existe una amplia gama de aplicaciones que varían de aspectos más comunicativos a otros que son meramente educativos. Dentro de las aplicaciones que facilitan la comunicación, podemos mencionar algunos ejemplos, como los creadores de frases basados en pictogramas, diseñados a principios del año 2000 en PDA (Gea-Megías et al., 2004), llegando a los

desarrollados en sistemas móviles (DiegoSays²). En general, la mayoría de las aplicaciones tienen las siguientes características (Tortosa Nicolás, 2004):

- Ofrecen una situación y un entorno controlables; son elementos de contenido altamente predecible que ofrece contingencias perfectas y comprensibles: presionando la misma tecla, siempre se obtienen los mismos resultados
- Presentan una estimulación multisensorial, principalmente visual, que ofrece beneficios a las personas con TEA (trastorno del espectro autista).
- Su capacidad de esfuerzo y motivación es realmente alta, fomentando la atención y reduciendo la frustración como consecuencia de los errores.
- Fomentan la realización del trabajo autónomo y el desarrollo de habilidades de autocontrol. Las TIC se adaptan a las características personales, permitiendo así diferentes ritmos de aprendizaje y un mayor nivel de personalización.
- Son un elemento de aprendizaje activo con versatilidad, flexibilidad y adaptación como principales características.

2.2 Los dispositivos móviles en el tratamiento del autismo y los problemas comunicativos

La comunidad científica ha sido consciente de la importancia y las ventajas que ofrecen las tecnologías móviles en el ámbito educativo relacionado con las necesidades educativas especiales, así como de la carencia de aplicaciones para niños con estas particularidades, como señalan Wu et al. (2012). Se puede observar que se encontraban limitadas a solo el 0.56% dentro de todas las aplicaciones relacionadas con la educación. Dentro de este grupo de usuarios con necesidades especiales, los estudiantes con espectro autista han sido el foco

² <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.benitez.DiegoDice>

de parte del desarrollo de los sistemas educativos utilizando los beneficios (Ayres et al., 2013) que ofrecen los dispositivos móviles.

Dentro del campo de las terapias psicoeducativas para el tratamiento de usuarios con TEA (Trastornos del Espectro Autista), existen dos áreas funcionales en cuanto a intervenciones, las enfocadas en las interacciones sociales y las enfocadas en la comunicación (Careaga et al., 2009), siendo esta última la base de la investigación de la tesis. Existen numerosas aplicaciones enfocadas en estas áreas de tratamiento, gracias también a la mejora de la calidad en el uso de dispositivos móviles, especialmente aquellos que permiten al docente preparar las actividades. De esta forma se pueden incrementar las opciones posibles, tanto en materia de actividades, como en la búsqueda de la adquisición de conocimientos específicos, centrándose especialmente en la adquisición de habilidades como el lenguaje, las matemáticas, la conciencia del entorno, las capacidades de ejecución autónoma de actividades u otras habilidades sociales (Putnam y Chong, 2008). También podemos disponer de aplicaciones que enseñen aspectos organizativos mediante diarios pictográficos, que ofrecen ejercicios sencillos adaptados a diferentes situaciones, o que ayuden a comprender sentimientos mediante ejercicios empleando sensores (Leijdekkers et al., 2013).

Además de las ya citadas, existen algunas otras aplicaciones como iCAN (Chien et al., 2014), un sistema que tiene como objetivo paliar los problemas que encuentran los cuidadores de niños con autismo utilizando el PECS (Picture Exchange Communication System) tradicional sin comprometer sus ventajas. Específicamente, iCAN aborda los problemas en la creación de contenido educativo al agilizar todo el proceso digitalmente, la portabilidad de los materiales educativos al colocar todos los materiales en una Tablet, y la administración de la interfaz educativa al proporcionar interacciones intuitivas para administrar y recuperar el contenido apropiado. También es posible adquirir vocabulario basado en el uso de imágenes y sonidos mediante una

aplicación llamada BIUTIS (Husni y Budianingsih, 2013), o trabajar distintos aspectos del lenguaje tanto a nivel receptivo como a nivel expresivo para mejorar la comunicación con PlayPad (Venkatesh et al., 2012). Otro tipo de aplicaciones más recientes dirigidas a usuarios expertos que trabajan con personas que padecen autismo es, por ejemplo, VocSyl, una herramienta para proporcionar retroalimentación visual en tiempo real sobre los elementos clave de la prosodia del habla: saltos de sílabas, tono, velocidad y volumen (DeThorne et al., 2015).



Figura 1. Sistema de comunicación PECS

Entre las aplicaciones que fomentan las habilidades sociales de los usuarios, podemos destacar MOSOCO (Escobedo et al., 2012), que aprovecha la realidad aumentada para practicar aspectos sociales en situaciones de la vida real. Otra aplicación es ECHOES (Bernardini et al., 2014), un juego creado para ayudar a los niños pequeños con TEA a practicar y adquirir habilidades de comunicación social interactuando con un personaje virtual inteligente en diferentes contextos de situaciones sociales. Por último, también es destacable HANDS (Mintz, 2013), que ofrece la posibilidad de trabajar con situaciones sociales y

situaciones cotidianas mediante secuencias personalizables de texto, imagen, vídeo y sonido.

2.3 Tecnologías Montessori y tratamiento de las necesidades educativas especiales

Durante los últimos años se ha producido un gran desarrollo en los dispositivos móviles, permitiendo un tipo de interacción diferente al que ofrece la tecnología tradicional, basada en el uso del teclado y el ratón. Ésta última interacción con aplicaciones educativas en ordenadores es algo que ya ha sido estudiado en la literatura científica. En este contexto, es notable mencionar dos investigaciones. Plowman y Stephen (2005) han asegurado que la interacción mediante el uso de juegos desde las primeras etapas es una experiencia limitada para la mayoría de los niños porque el juego de ordenador no siempre actúa como un soporte para el aprendizaje. Ellis y Blashki (2004) estudian la interacción conductual de los niños con un software personalizado para ellos, analizando las ventajas y desventajas que los niños deben enfrentar cuando usan un ratón y tienen que presionar un botón, hacer doble clic o hacer un "arrastrar y soltar" de un objeto.

Respecto a la interacción más actual, podemos destacar que se basa en el uso del dedo con el que se realiza el tap y las acciones de arrastrar y soltar. Vatavu et al., (2015) estudiaron el desarrollo durante la etapa entre los 3 y los 6 años respecto a este tipo de interacción, y las diferencias entre niños y adultos al interactuar con estos dispositivos, dando lugar a modelos para establecer un diseño más adecuado para las interfaces de las aplicaciones, mejorando y fomentando significativamente la interacción realizada, de acuerdo con la psicomotricidad de los niños. Otros estudios comparan la interacción directa de los niños en preescolar con una tablet y la que realizan sobre una hoja de papel cuando pintan con los dedos (Crescenzi-Lanna et al., 2014), encontrando diferencias tanto cuantitativas como cualitativas en los tipos de tacto en estos

dos entornos; además, sugieren que cada niño demuestra diferentes repertorios de interacción, que pueden estar vinculadas a prácticas familiares y la familiaridad con las nuevas tecnologías.

Actualmente, existen diferentes métodos para la adquisición de las habilidades de alfabetización, y cada docente implementa el que considera más adecuado según el contexto de aprendizaje. Uno de estos sistemas es el diseñado por Montessori. Este método se basa en el uso de materiales manipulativos y en el uso de ayudas sonoras y visuales, gracias a la receptividad sensible de los niños en sus primeras etapas de la vida. Además, fue uno de los primeros métodos para determinar que las habilidades de escritura están antes que las habilidades de lectura, y este es el orden más natural para los niños (Chomsky, 1971). Implementando este método con niños pequeños se puede observar un desarrollo eficiente de la escritura manual y, al mismo tiempo, ofrece varios beneficios como los cerebrales, el desarrollo de la motricidad, la memoria y la independencia y, obviamente, la lectura cuasi inmediata una vez se ha adquirido la habilidad de escribir (McFarland, 2015). Otro aspecto interesante de este método es la posibilidad de utilizarlo fuera de su entorno clásico de aprendizaje, como es el aula, e incluso el niño puede aprender de forma más autónoma, teniendo en cuenta que, en las primeras etapas de desarrollo, el interés de los niños por descubrir cosas nuevas es uno de los elementos clave para motivar el aprendizaje (MacBlain, 2018).

Respecto a las habilidades de alfabetización (McKenzie y Zascavage, 2012), el método de Montessori se basa en un conjunto de elementos manejables que estimulan al niño para que incremente su interés en el aprendizaje. Entre estos elementos, podríamos encontrar letras de papel de lija, con las que el niño escuchará el sonido, verá su representación en forma de letra, y sentirá la forma en que está escrita a medida que el niño siente la letra con sus dedos, aprendiendo un patrón motor desde la primera vez que lo prueba. Otro elemento destacado dentro de este método de alfabetización es el alfabeto móvil, cuyos

principales objetivos son los de ayudar al niño en el análisis y exploración del lenguaje, la reproducción de palabras con símbolos gráficos y la preparación para la escritura y la lectura. Todos los análisis realizados anteriormente nos llevan a concluir que el método desarrollado por Montessori puede ser implementado con niños con trastornos de la comunicación, porque los alumnos del programa Montessori escribieron historias más sofisticadas y creativas y mostraron un sentido de comunidad y habilidades sociales más desarrollado (A. Lillard y Else-Quest, 2006).



Figura 2. Alfabeto móvil de Montessori

Dentro del campo tecnológico, existen varias aplicaciones basadas en Montessori. Un ejemplo de esto es TriPOD (Di Fuccio et al., 2017), una aplicación que conecta la retroalimentación de la tablet con un controlador principal (es decir, un PC) mediante una conexión Wi-Fi. El prototipo está destinado a aplicaciones educativas y está diseñado para aprovechar el papel central de la manipulación y el enfoque multisensorial en la educación, para luego ser aplicado con ejercicios tipo Montessori. Otro ejemplo es el

desarrollado por Di Fuccio et al. (2015), cuyo objetivo es superar las limitaciones materiales mediante la explotación de una metodología TEL (Technology Enhanced Learning) para conectar libros de actividades y materiales educativos tipo Montessori.

Capítulo 3

dmTEA: Soporte de la tecnología para el diagnóstico del Autismo

El prototipo dmTEA es una app que recoge 12 actividades desarrolladas con la ayuda de expertos y que han sido adaptadas en su interacción a las características de la tecnología móvil para un determinado contexto, con el objetivo principal de ayudar a los educadores y maestros en la realización de las actividades. dmTea ha sido probado con dos niños con TEA: un caso de autismo severo y otro caso de autismo moderado.

En este capítulo recogemos el primer caso de estudio realizado con la tecnología móvil junto con los resultados obtenidos de esta primera experiencia.

3.1 Introducción

A lo largo de los últimos años, los teléfonos móviles han experimentado un gran desarrollo, tanto a nivel de hardware, gracias a sus sensores integrados que permiten utilizar aplicaciones sensibles al contexto (Afyouni et al., 2013), como a nivel de software, que ofrece la posibilidad de explorar estos dispositivos a su nivel más alto para desarrollar tales aplicaciones. Además, el interés ha aumentado gracias a la reducción de costes de los dispositivos, así como al apoyo ofrecido a los usuarios en diferentes campos, como la educación (Sharples, 2000; Elias, 2011; Park, 2011).

Dentro del campo educativo, las aplicaciones para dispositivos móviles iOS y Android han dado lugar a escenarios educativos innovadores desde la educación preescolar hasta la educación secundaria, basados en el acceso desde

cualquier lugar y en cualquier momento. La información del contexto, obtenida de los sensores disponibles en el dispositivo, ha dado lugar a la implementación del aprendizaje móvil (Traxler y Kukulska-Julme, 2005b; Ally, 2009) en proyectos educativos que incluyen exposiciones, museos y parques temáticos. Además, el aprendizaje móvil tiene un papel clave como una herramienta muy útil para ser utilizado como soporte en el aula.

La educación especial e inclusiva es un proceso mediante el cual las escuelas buscan y llevan a cabo los apoyos que necesitan los estudiantes con dificultades de aprendizaje, necesidades educativas especiales o con cualquier tipo de discapacidad. La expresión “necesidades educativas especiales” se utilizó por primera vez en los años 70, pero se difundió ampliamente en los 80 por el Informe Warnock, preparado por el Secretario de Educación del Reino Unido en 1978. En el caso específico de España, la LOE 2/2006, menciona al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo, refiriéndose a cualquier estudiante que requiera, durante su educación completa, o parte de ella, cierto apoyo educativo específico y atención como consecuencia de una discapacidad o trastornos graves de conducta (Sección 73). En la LOMLOE 3/2020 (ley sobre Educación que se encuentra actualmente en vigor), siguen refiriéndose a los alumnos de necesidades educativas de la misma manera.

Entre los estudiantes con necesidades educativas especiales podemos mencionar, entre otros, aquellos que pertenecen al espectro autista (Wing y Gould, 1979). Para el diagnóstico de autismo, los maestros confían en el informe de especialistas y, entre otros cuestionarios, en el inventario IDEA (Inventario del espectro autista) (Rivière y Martos, 1998), cuyo objetivo principal es evaluar la gravedad de las características del autista y cómo son de profundas en una persona mayor de 5 años. IDEA ha sido elegido, entre otros inventarios similares, porque las otras pruebas involucran escalas de calificación cualitativas. Además, IDEA es una prueba con una amplia base teórica y técnica; es más cualitativo que otros y, por lo tanto, el maestro puede

analizar en detalle el potencial de la persona, y evaluando doce dimensiones (Tabla 2) características de los estudiantes con espectro autista y/o trastornos graves del desarrollo. Al mismo tiempo, las dimensiones se dividen en cuatro niveles característicos. Los objetivos principales del inventario de IDEA son establecer, durante el procedimiento de diagnóstico, la severidad de las características del usuario con autismo, ayudar al maestro a preparar estrategias de aprendizaje y evaluar los cambios a medio y largo plazo que tienen lugar en el comportamiento del estudiante.

En este contexto educativo se desarrolla la tecnología dmTEA, que ofrece la posibilidad de realizar, dentro del aula, una evaluación de usuarios con espectro autista, además de la posibilidad de adaptarse a las necesidades específicas mediante doce actividades. A este respecto, dmTEA ayuda al profesor a obtener un informe detallado con puntuaciones para cada dimensión. Con la información obtenida, las familias y los expertos tienen la posibilidad de planificar una intervención en conjunto, enfocándose en las dimensiones que exhiben un mayor estado de afectación y tratándolas gradualmente con las actividades más apropiadas para cada caso según los datos del informe.

3.2 Preguntas de investigación

Tomando como base el interés que despiertan las tecnologías en los niños con autismo (Chien et al., 2014), dmTEA ofrece la posibilidad de realizar, dentro del aula, una evaluación de los niños con espectro autista, adaptándose a las necesidades específicas de cada uno mediante doce actividades diferentes validadas por expertos y que el educador será encargado de seleccionar. La herramienta permite al profesor tener un informe detallado de expertos con puntuaciones para cada dimensión de IDEA una vez realizadas las actividades, de forma que las familias y los expertos tienen la posibilidad de planificar una intervención en conjunto, enfocándose en las dimensiones que muestran un mayor estado de afectación y mejorándolas gradualmente con las actividades

más apropiadas para cada caso. Esta investigación trata la primera contribución de esta tesis, ayudar al profesor/experto en la modelización y evaluación del autismo con el soporte de la tecnología móvil.

En este primer trabajo planteamos dos cuestiones de investigación:

- ¿Es posible definir y desarrollar diferentes tareas que puedan proporcionar la base para evaluar los trastornos definidos en IDEA?
- ¿Se puede asistir gradualmente los posibles trastornos que sufre el alumno modelando su comportamiento durante la realización de las tareas en clase?

La metodología de investigación está basada en una valoración por parte de tres expertos-educadores, durante la realización de las 12 actividades con dos niños autistas, concretamente un caso de autismo severo (tipo Kanner) y otro de autismo moderado (tipo Alto Funcionamiento). La valoración realizada por dichos expertos nos permite analizar el acuerdo entre los observadores (con el índice de Berk). El resultado de este análisis nos ofrece conocer cuales son las dimensiones más y menos saturadas para cada caso, así como conocer la relación entre tarea y dimensión, complementado de esta manera el diagnóstico.

3.3 dmTea: Descripción del prototipo

El estado del arte descrito en el capítulo 2, sección 2.1, es la base para diseñar una herramienta de evaluación-diagnóstico para el autismo llamada dmTEA, que incluye un conjunto de actividades de aprendizaje basadas en el inventario de IDEA utilizando la tecnología de los dispositivos móviles. Específicamente, IDEA valora el autismo mediante 12 dimensiones, que son los principales trastornos que lo definen. Estas dimensiones se agrupan creando cuatro bloques que corresponden a las cuatro secciones mencionadas por Wing y Gould

(1979): Social, comunicación y lenguaje, anticipación y flexibilidad, y simbolización (Tabla 2).

Bloque	Dimensiones		
<i>Social</i>	Relación social	Referencia conjunta	Intersubjetiva y mentalista
<i>Comunicación y lenguaje</i>	Funciones comunicativas	Lenguaje expresivo	Lenguaje receptivo
<i>Anticipación y flexibilidad</i>	Anticipación	Flexibilidad	Sentido de la actividad
<i>Simbolización</i>	Ficción	Imitación	Suspensión

Tabla 2. Dimensiones de IDEA con los trastornos principales

El objetivo final de las actividades diseñadas es trabajar en los trastornos con el fin de lograr, mediante modelado del comportamiento, soluciones graduales al mismo tiempo que los estudiantes adquieren los conocimientos y competencias necesarios. De una serie de 26 tareas sugeridas inicialmente, los expertos, en este caso, un maestro-educador de una asociación de familias y personas con autismo y dos expertos profesionales en trastornos del autismo de nuestra Universidad, eligen 12. El criterio se basa en elegir las tareas más adecuadas para interactuar con el dispositivo móvil dado un contexto específico. Las actividades de aprendizaje diseñadas son las siguientes:

1. Interacción entre el niño y un adulto pidiéndole al niño que presione una figura específica, que será un cuadrado o un círculo. Para elegir la figura, presiona con su dedo en la pantalla táctil.

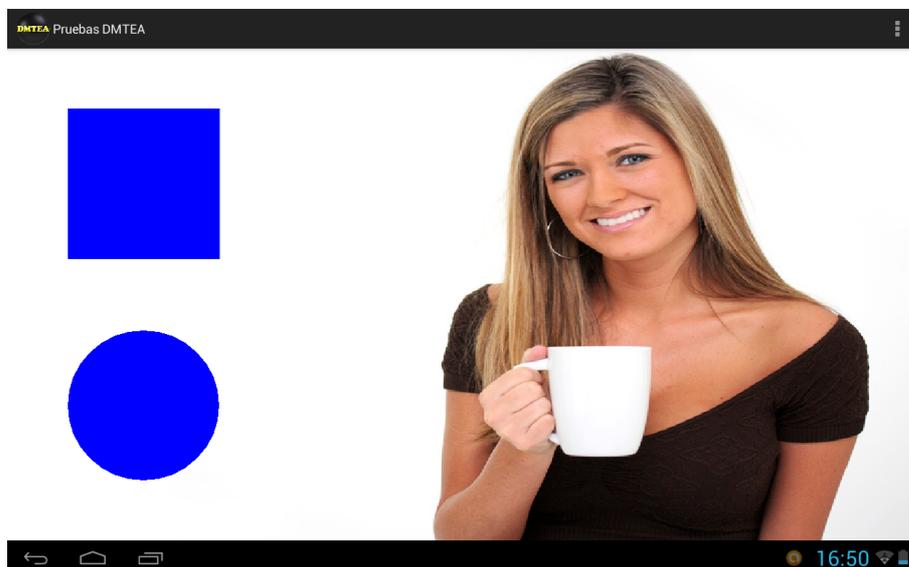


Figura 3. Primera tarea de dmTEA

2. En la pantalla, tiene que arrastrar una pelota hacia un jugador de baloncesto. Para ello, el niño presiona la pelota con su dedo y la arrastra en la pantalla hacia la imagen del jugador.

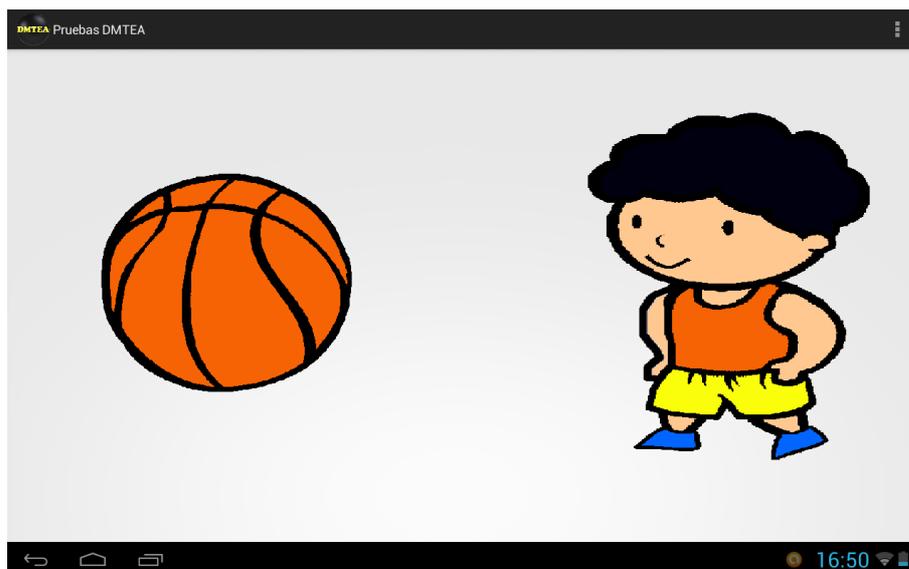


Figura 4. Segunda tarea de dmTEA

3. Imitar aplausos y saludos que se muestran en un video en la pantalla. El alumno imitará los gestos del video y la evaluación será manual presionando un botón de la pantalla.

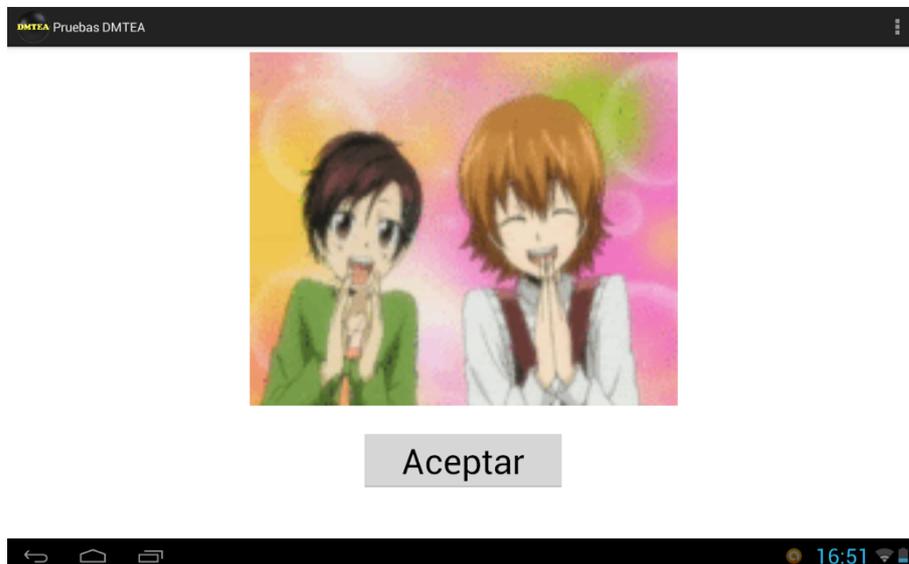


Figura 5. Tercera tarea de dmTEA

4. Llevar objetos a sus siluetas, que están simbolizados por pictogramas, de tal manera que el alumno los coloque en orden y los lleve, uno por uno, a su molde correspondiente. Para ello, debe arrastrar el objeto con el dedo a lo largo de la pantalla táctil hasta la forma que lo representa.

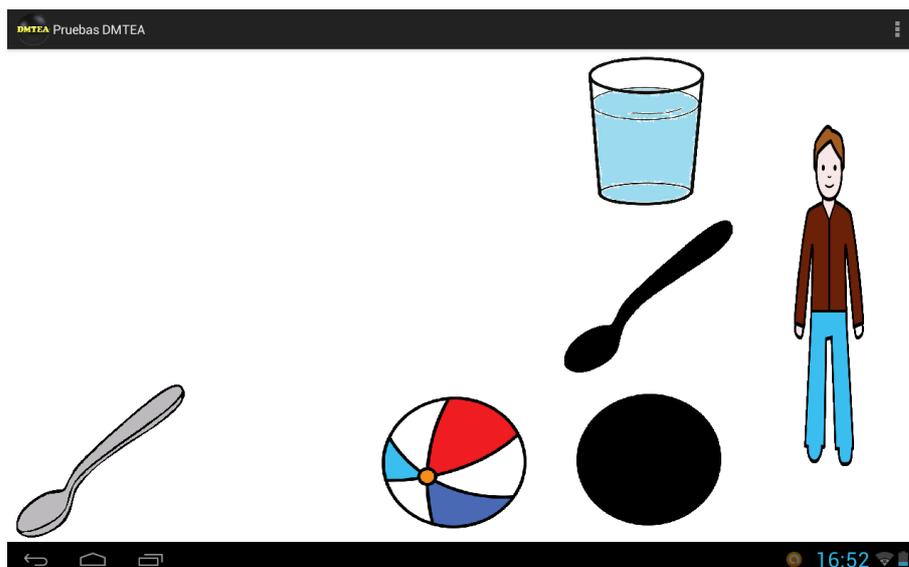


Figura 6. Cuarta tarea de dmTEA

5. Establecer los pasos secuenciales para ir a la escuela mediante varios pictogramas siguiendo un orden previamente definido. Para ello, el niño debe arrastrar cada pictograma al cuadro correspondiente.

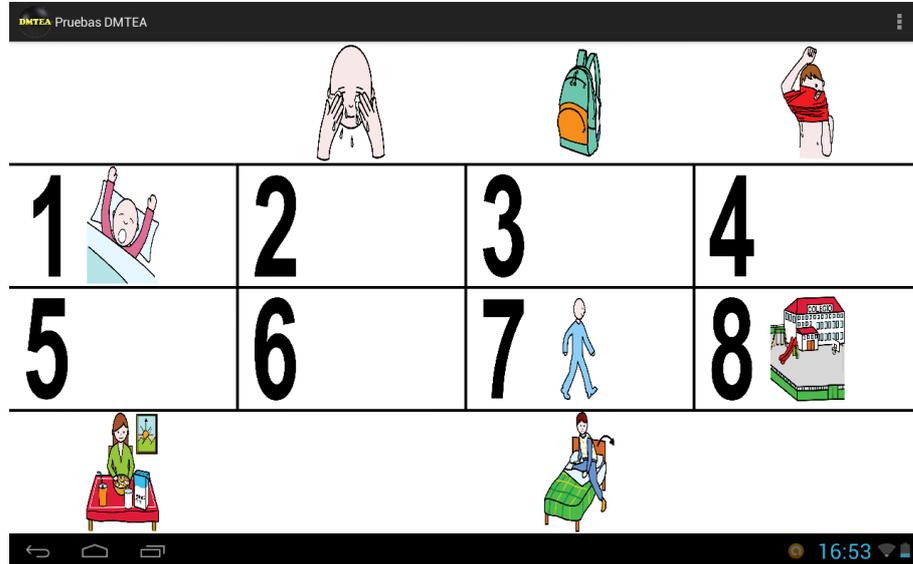


Figura 7. Quinta tarea de dmTEA

6. Programar la agenda diaria. En este caso, el orden adecuado de los pictogramas puede ser elegido por el alumno. Como en la tarea anterior, el alumno tendrá diferentes cajas en las que dejar los pictogramas con su dedo.

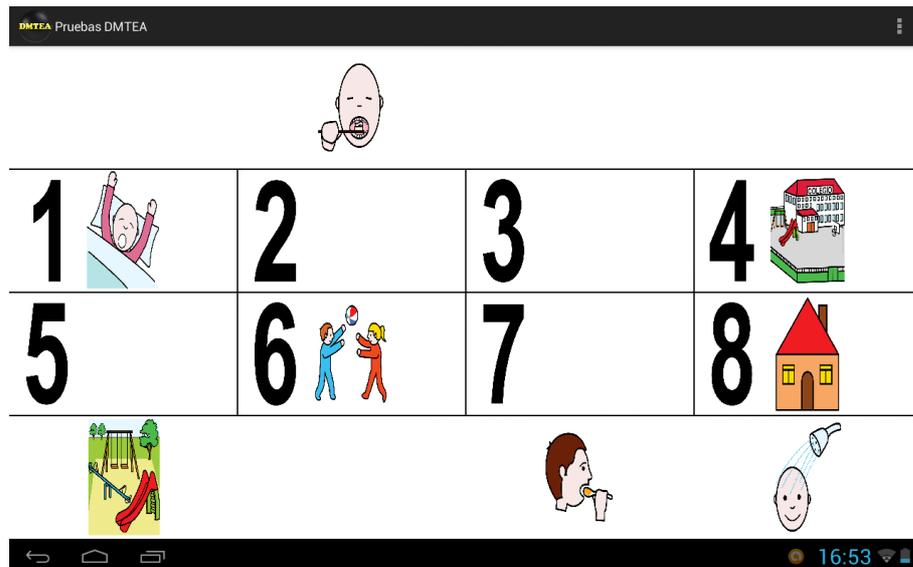


Figura 8. Sexta tarea de dmTEA

7. Acertar el tiempo basándose en una imagen de un hombre sosteniendo un paraguas. Con su dedo, el estudiante pulsará sobre un pictograma que muestra la situación climática específica entre diferentes opciones.



Figura 9. Séptima tarea de dmTEA

8. Señalar los diferentes tipos de estado de ánimo pedidos, que están representados por diferentes pictogramas que simulan sentimientos. Para ello, el niño presionará con su dedo sobre el pictograma correspondiente al sentimiento solicitado.

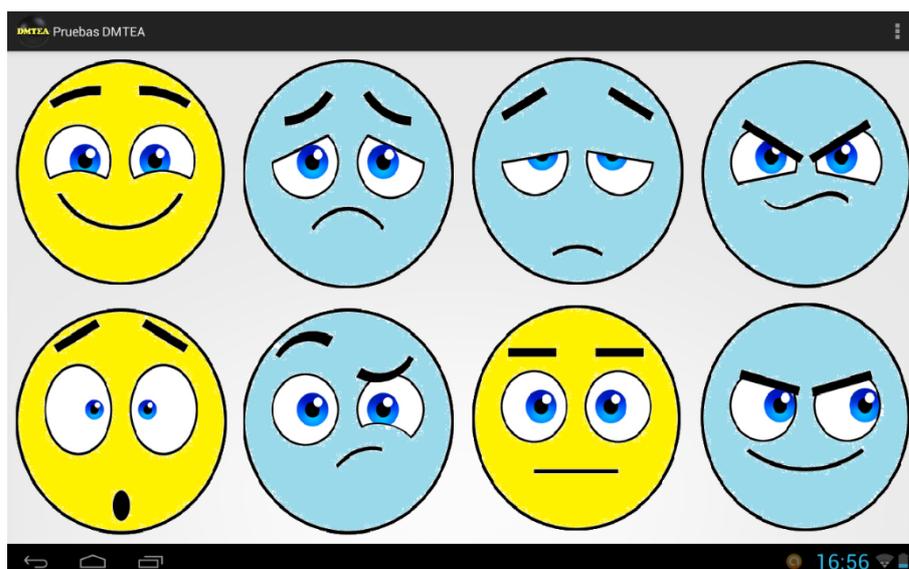


Figura 10. Octava tarea de dmTEA

9. Diferenciar y aprender adjetivos eligiendo el que se pide entre dos opciones que se muestran en la pantalla, como abrir-cerrar, grande-pequeño, etc. El estudiante presionará sobre la pantalla táctil eligiendo la imagen que representa el adjetivo pedido.



Figura 11. Novena tarea de dmTEA

10. Repetir el nombre de los objetos. Para ello, el niño presiona sobre las imágenes mostradas en la pantalla y el dispositivo reproduce el nombre asociado a la imagen pulsada. Una vez escucha el nombre, lo repite.



Figura 12. Décima tarea de dmTEA

11. Decidir cuándo un niño puede cruzar la calle en función de los semáforos que aparecen en la pantalla, que cambiarán de rojo a verde después de un corto período de tiempo. Para ello, el estudiante presiona con su dedo sobre el peatón que aparece en la imagen y que se moverá si el semáforo está verde; en caso de que el semáforo esté en rojo, el dispositivo informa que cruzar está prohibido.



Figura 13. Undécima tarea de dmTEA

12. Pintar un árbol en una imagen de pantalla con diferentes colores y grosores. A la derecha, el alumno encontrará dos colores, verde y marrón, y dos grosores. Estos elementos se pueden elegir presionando sobre ellos. Para pintar, solo es necesario arrastrar su dedo sobre la pantalla después de haber elegido el color.

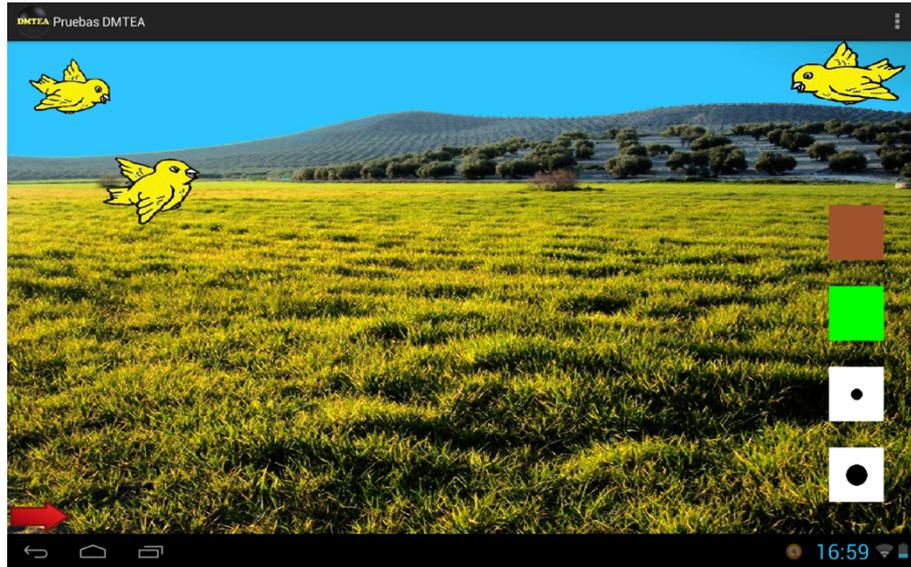


Figura 14. Duodécima tarea de dmTEA

Dadas las tareas previamente mencionadas y teniendo en cuenta el contexto específico, los expertos deciden qué dimensiones específicas de IDEA (ver tabla 3) son más adecuadas para ser evaluadas. Para optimizar el resultado de la prueba, el experto ha de considerar la relación potencial máxima entre dimensión y tarea, y se rechazan las más complicadas o aquellas que son imposibles de evaluar con un dispositivo móvil. Esto se debe a que IDEA muestra dimensiones de algunos bloques, como el de socialización, que son muy complicadas de estimar automáticamente utilizando un dispositivo, ya que la interacción real con otro usuario debe verificarse en persona.

3.4 Metodología

En este apartado incluimos el procedimiento seguido para realizar la evaluación de las tareas. Adicionalmente, indicamos la recogida de datos con los expertos, el análisis de los mismos y finalmente, los resultados obtenidos y su discusión.

Dimensión	Descriptor
1	Relaciones infrecuentes, inducidas, externas con iguales. Las relaciones más como respuesta que a iniciativa propia.
2	Empleo de miradas de referencia conjunta en situaciones dirigidas, pero no abiertas. Pautas establecidas de atención y acción conjunta, pero no de preocupación conjunta.
5	Lenguaje compuesto de palabras sueltas o ecolalias. No hay creación formal de sintagmas y oraciones. Lenguaje oracional. Hay oraciones que no son ecológicas, pero que no configuran discurso o conversación.
6	Comprensión (literal y poco flexible) de enunciados, con alguna clase de análisis estructurales. No se comprende discurso. Se comprende discurso y conversación, pero se diferencia con gran dificultad el significado literal del intencional.
7	Conductas anticipatorias simples en rutinas cotidianas. Con frecuencia, oposición a cambios y empeoramiento en situaciones que implican cambios.
8	Rituales complejos. Apego excesivo a objetos. Preguntas obsesivas. Contenidos obsesivos y limitados de pensamiento. Intereses poco funcionales y flexibles. Rígido perfeccionismo.
10	Juego simbólico, en general poco espontáneo y obsesivo. Dificultades importantes para diferenciar ficción y realidad.
11	Imitaciones motoras simples, evocadas. No espontáneas. Imitación establecida. Ausencia de modelos internos.

Tabla 3. Dimensiones objeto de evaluación

3.4.1 Procedimiento

Con las tareas y dimensiones seleccionadas, diseñamos una evaluación con el que llevar a cabo las pruebas con los niños (ver figura 15). Este ensayo es una versión simplificada del Método Delphi (Linstone y Turoff, 1975), en el que los expertos hacen las evaluaciones completando una matriz en la que las filas son las dimensiones, mientras que las columnas representan las tareas. Los especialistas otorgan una calificación de 0 a 10 con respecto a la relación entre las tareas y la dimensión, siendo 0 una relación no válida y 10 la relación total de los mismos.

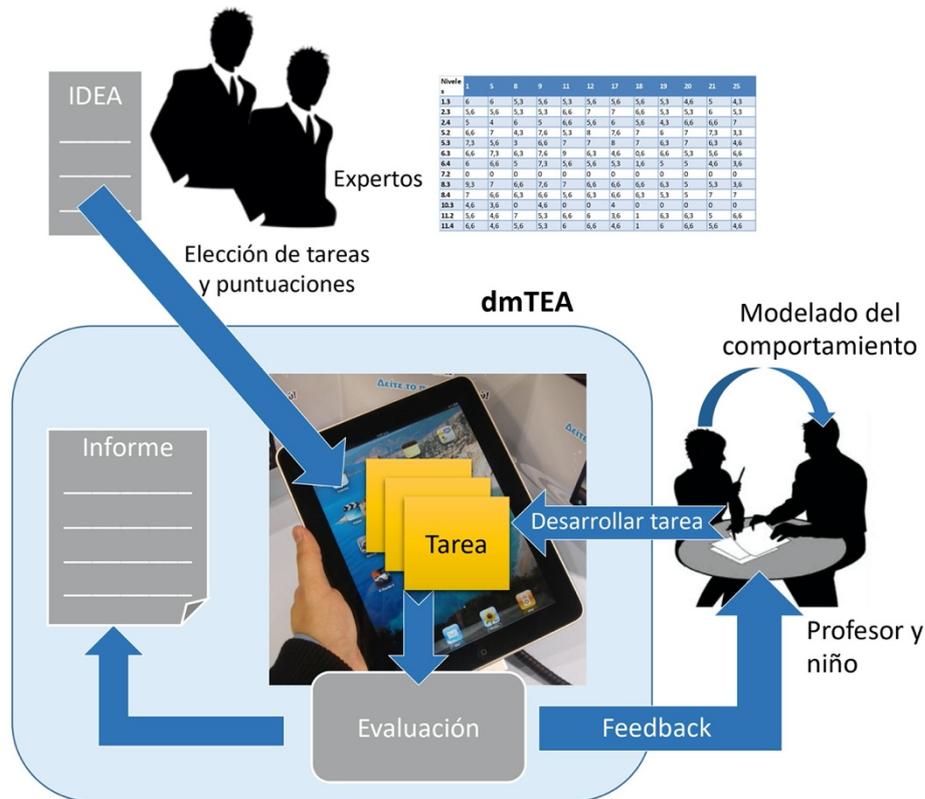


Figura 15. Diagrama que muestra el uso y evaluación de dmTEA

La evaluación se lleva a cabo con dos usuarios, uno que padece autismo severo (tipo Kanner) y el otro con autismo moderado (tipo Alto Funcionamiento) pertenecientes a una asociación en el norte de España. Para realizar las tareas, el profesor del centro nos ayudó con la cooperación de 3

expertos, que observan el desempeño de las tareas por cada usuario. En base a esta observación, cada experto otorga la puntuación más adecuada según su experiencia. La evaluación no se realiza en función del correcto desempeño de la tarea, ya que el comportamiento del usuario mientras realiza la tarea es la clave para evaluar el nivel del trastorno del usuario. Por lo tanto, un ejercicio puede quedar incompleto, pero no necesariamente significará que el usuario tenga algunas de las características de dicho trastorno.

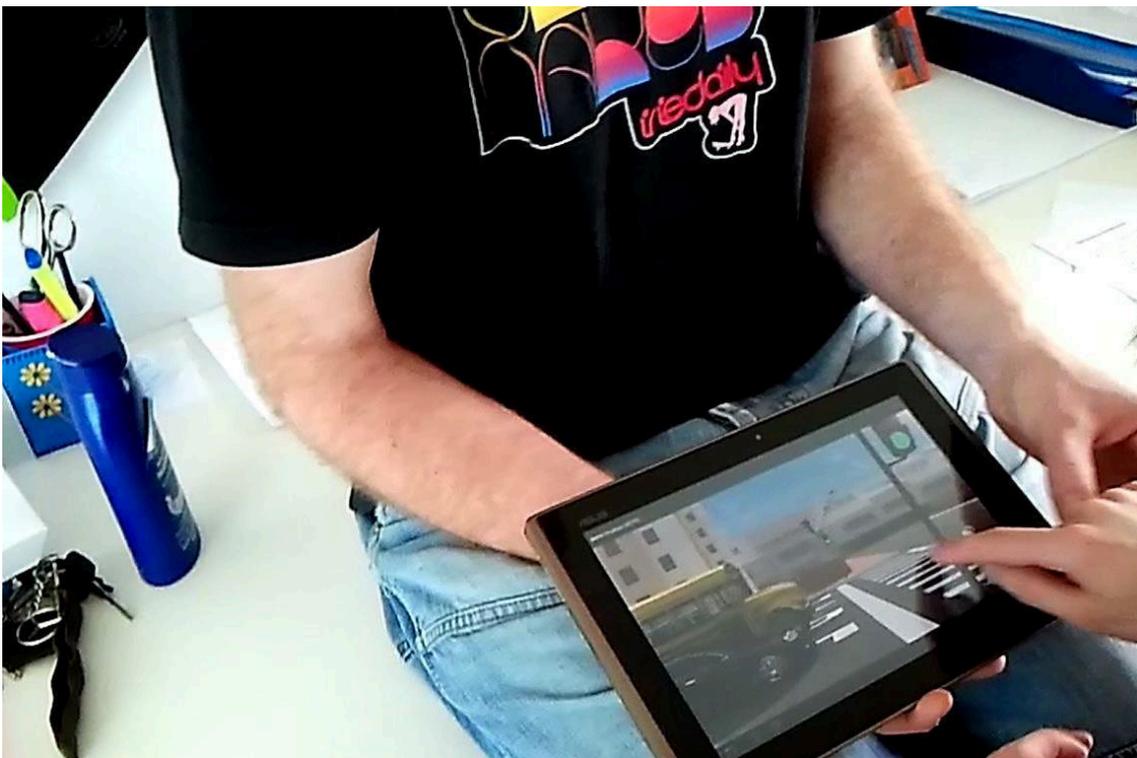


Figura 16. Test de una tarea con un cuidador y usuario real

Todas las pruebas se llevan a cabo dentro la institución para evitar que los estudiantes pierdan la concentración. El maestro se encargará de dar las órdenes principales, ya que son las personas con las que tienen un contacto más cercano, y así podrá realizar una evaluación de las tareas más adecuada, sin agentes externos que puedan influir negativamente. Todas las tareas tienen una retroalimentación, lo que despierta el interés del estudiante, felicitándole si realiza correctamente la prueba, o estimulándole para hacerlo nuevamente si ha fallado. Además, todas las actividades pueden repetirse modelando el

comportamiento del estudiante, lo que permite una mejor comprensión de lo que se solicita en la tarea para poder realizarla correctamente siguiendo las instrucciones del maestro.

Estas pruebas se llevaron a cabo durante dos semanas, realizando dos tareas al día para evitar que el estudiante se sienta cansado. La primera semana se enfoca en sesiones durante las cuales los estudiantes están en contacto con las tareas para comprender su funcionamiento, mientras que la segunda semana se enfoca en la consolidación para realizarlas de manera más eficiente.

3.4.2 Recogida y Análisis de datos

El procedimiento descrito con anterioridad nos permitió recoger datos para el caso de autismo moderado y severo. Cada día durante las dos semanas, los tres expertos observaron como el niño realizaba la tarea y puntuaban la tarea de acuerdo a cada dimensión. Estos datos dieron lugar a una hoja Excel en la cual estaban recogidas las puntuaciones de los tres expertos. Así, el índice de Berk (Berk,1979) aplicado sobre dichas puntuaciones nos indica el acuerdo entre expertos para determinar las dimensiones más saturadas en cada tarea. Se elige el índice de Berk porque analiza la varianza de los observadores y los contrasta dos a dos, eliminando el error de aleatorización de Kappa. De esta manera, solo el efecto de observación permanece, es decir, la concordancia entre sujetos al quitar el error intra-sujeto. Adicionalmente, una entrevista con los expertos en un formato semiestructurado no cerrado, nos revela detalles de como ha transcurrido la evaluación y nos facilita la interpretación y discusión de resultados.

3.5 Resultados

En las tablas 4 y 5 se recogen los resultados de la evaluación para el caso de autismo moderado y severo, respectivamente. Las tablas reflejan las medias de las valoraciones realizadas por los expertos en cada dimensión y por cada tarea.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
<i>D1</i>	6.0	6.0	5.3	5.6	5.3	5.6	5.6	5.6	5.3	4.6	5.0	4.3
<i>D2</i>	5.3	4.8	5.7	5.2	6.6	6.3	6.5	6.1	4.8	6.0	6.3	6.2
<i>D5</i>	7.0	6.3	3.7	7.1	6.2	7.5	7.8	7.0	6.2	7.0	6.8	4.0
<i>D6</i>	6.3	7.0	5.7	7.5	7.3	6.0	5.0	1.1	5.8	5.2	5.1	5.1
<i>D7</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>D8</i>	8.2	6.8	6.5	7.1	6.3	6.5	6.6	6.5	5.8	5.0	6.2	5.3
<i>D10</i>	4.6	3.6	0.0	4.6	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>D11</i>	6.1	4.6	6.3	5.3	6.3	6.3	4.1	1.0	6.2	6.5	5.3	5.6
<i>Índice de Berk</i>	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.	0.9	0.9	0.9	0.8

Tabla 4. Medias finales para caso de autismo moderado

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
<i>D1</i>	8.3	8.3	6.0	7.3	9.6	6.0	7.3	6.3	6.3	7.0	8.0	6.3
<i>D2</i>	5.3	1.8	5.7	2.0	9.2	5.5	4.5	6.7	5.8	5.5	3.0	5.5
<i>D5</i>	0.0	0.0	6.2	0.0	6.2	0.0	7.0	5.5	6.0	6.0	3.2	7.2
<i>D6</i>	9.0	8.0	5.5	10.0	8.1	2.5	4.3	5.0	3.8	7.2	8.3	8.2
<i>D7</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>D8</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>D10</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>D11</i>	7.8	8.0	8.0	7.7	2.3	6.5	7.2	7.2	5.7	7.0	6.2	0.0
<i>Índice de Berk</i>	1	1	0.8	0.9	1	0.9	1	1	0.9	1	1	1

Tabla 5. Medias finales para caso de autismo severo

Adicionalmente, las tablas incluyen el valor del índice de Berk (acuerdo entre observadores) que muestra que, en ambos casos, existe un excelente nivel de acuerdo entre expertos para todas las tareas ($\sigma_o^2 \geq 0.8$). En base a los resultados obtenidos, en las tablas marcamos aquellos valores que están por encima del umbral de 6.5 establecido por los expertos (García Vega, 2013; Martín Sánchez, 2013). Así, podemos estimar cuales son las dimensiones más saturadas para los dos casos de autismo contemplados, esto es, aquellas que tienen una mayor cantidad de puntuaciones que superan el nivel marcado. Adicionalmente, las tablas nos dan indicios de cuales son las relaciones más consistentes entre dimensiones y tareas.

3.6 Discusión e interpretación de resultados

Analizando los resultados del apartado anterior, podemos observar que en el caso del autismo severo (Tabla 5) las dimensiones más saturadas respecto a las tareas realizadas son 1 (relación social), 6 (lenguaje receptivo) y 11 (imitación). Por tanto, podemos determinar que el conjunto de tareas nos da la posibilidad de establecer las primeras estimaciones de diagnóstico funcional sobre dichas dimensiones. También se puede observar que las relaciones no son biunívocas, es decir, las tareas no están relacionadas con todas las dimensiones de la misma manera. Las relaciones más consistentes se pueden observar en la tarea 5 (establecer los pasos para ir a la escuela) con las dimensiones 1 (relación social) y 2 (capacidades de referencia conjunta), en la tarea 4 (llevar objetos a sus siluetas) con la dimensión 6 (lenguaje receptivo), y en la tarea 2 (llevar una pelota hacia un niño) con la dimensión 11 (imitación).

Los resultados de la tabla 5 nos muestran los problemas de comunicación del alumno. En el caso de autismo severo, las relaciones comunicativas entre el alumno y el educador son inducidas por este último, lo que significa que la conversación solo tiene lugar cuando el profesor la fuerza. Por lo tanto, podemos declarar que, para este caso específico, la información mostrada en la tabla respalda los objetivos inicialmente especificados en este análisis de aplicabilidad y ajuste de las tareas al paradigma IDEA. Gracias a este logro de objetivos, dmTEA permite al maestro detectar, empíricamente, las dimensiones de IDEA en las que el estudiante comete errores, proporcionando información para una posible intervención.

En el caso del autismo moderado (Tabla 4) tenemos que las dimensiones más saturadas son 5 (lenguaje expresivo), 6 (lenguaje receptivo) y 8 (flexibilidad). Como en el caso anterior, esta información brinda la posibilidad de realizar evaluaciones iniciales del diagnóstico funcional con referencia a las dimensiones mencionadas. En este caso, las relaciones más consistentes han

tenido lugar en la tarea 8 (señalar estados de ánimo) con la dimensión 1 (relación social), en la tarea 4 (llevar objetos a sus siluetas) con la dimensión 6 (lenguaje receptivo) y en la tarea 7 (pronóstico del tiempo) con la dimensión 5 (lenguaje expresivo).

Los resultados de la tabla 4 (autismo moderado) muestran los problemas de comportamiento y lenguaje que tiene el estudiante, tanto de naturaleza expresiva como receptiva. El maestro informa de que al momento de realizar las tareas el estudiante se muestra ansioso, lo cual se ha resuelto gradualmente con la ayuda del maestro, ya que es el encargado de calmar al estudiante mientras explica las tareas y modela su comportamiento durante la realización de la prueba. Por lo tanto, podemos confirmar, como en el caso anterior, que la información incluida en la tabla respalda los objetivos inicialmente establecidos en este análisis de aplicabilidad y selección de tareas en base al inventario IDEA. Para este segundo caso, como en el anterior, dmTEA ofrece al profesor la información necesaria, basada en las calificaciones de cada dimensión, para llevar a cabo una posible intervención además de ser el soporte para la evaluación del diagnóstico.

Además de los datos obtenidos con respecto a la relación de tareas y dimensiones la aplicación ayuda a dar forma al comportamiento del usuario. Finalmente, el alumno comprende la tarea y la realiza correctamente; no se resuelve con el método de prueba y error y, por lo tanto, es posible resolver los trastornos más evidentes poco a poco. Por último, el profesor y los expertos también declaran que los usuarios que padecen trastornos conductuales y emocionales reciben un beneficio claro al interactuar con la tablet, algo que sería prácticamente imposible con aplicaciones más clásicas de ordenador haciendo uso de un ratón o un teclado.

Capítulo 4

Cadena de palabras: Uso de las Tablet en niños con problemas de comunicación

En el capítulo anterior vimos el desarrollo del prototipo denominado dmTEA, que permite llevar a cabo en el aula la evaluación para determinar si un niño padece autismo; además, esta herramienta se adapta a sus necesidades específicas por medio de diferentes actividades. Adicionalmente, dmTEA ofrece al profesor un informe detallado con puntuaciones para cada dimensión contemplada dentro del inventario IDEA. Con la información obtenida, las familias y los expertos tienen la posibilidad de planificar una intervención en conjunto, enfocándose en las dimensiones que exhiben un mayor estado de afectación según los datos del informe.

Teniendo esto en cuenta, planteamos trabajar sobre cada uno de los cuatro bloques de trastornos incluidos en IDEA (socialización, lenguaje y comunicación, anticipación y flexibilidad y, finalmente simbolización) individualmente, de tal manera que los profesores realicen tareas específicas para poder resolver esos déficits, además del "tratamiento realizado por expertos a través del modelado del comportamiento con dichas tareas". En este capítulo se muestra el trabajo desarrollado para el tratamiento en la dimensión del lenguaje y la comunicación.

4.1 Introducción

En la última década los dispositivos móviles han tenido un gran desarrollo, tanto en términos de hardware como de software. En el apartado de hardware podemos observar que ahora disponen de pantallas táctiles más grandes, con

una mayor resolución y más características multimedia que ofrecen la posibilidad de reproducir audio y vídeo. Por otro lado, en el apartado de software, ofrecen diferentes controles que permiten una adaptación más precisa a las nuevas formas de interactuar, así como APIs integradas de “text to speech” y reconocimiento de voz automático. Todo esto da lugar a la posibilidad de explorar mejor dichos dispositivos para desarrollar aplicaciones innovadoras. Además, el interés está en constante aumento debido a la reducción de costos, así como al apoyo ofrecido a los usuarios en diferentes campos, como la educación (Sharples, 2000; Elias, 2011; Park, 2011). Dentro del campo educativo, las aplicaciones para dispositivos móviles iOS y Android han dado lugar a escenarios educativos innovadores desde preescolar hasta secundaria, basados en el acceso desde cualquier lugar y en cualquier momento. Estos dispositivos desempeñan un papel clave al resultar una herramienta muy útil dentro y fuera del aula (Sharples y Roschelle, 2010); además, los estudiantes pueden participar en actividades de aprendizaje sin tener en cuenta su localización física de acceso (Traxler y Kukulska-Julme, 2005a). A pesar de los beneficios que ofrecen los dispositivos móviles, el campo de la enseñanza en estudiantes con educación especial dispone aún de un gran margen de mejora e investigación, como lo sugieren Wu et al., (2012).

Dentro de los estudiantes con necesidades educativas especiales podemos mencionar, entre otros, aquellos que pertenecen al colectivo del autismo (Wing y Gould, 1979). Para el diagnóstico del autismo los maestros confían en el informe de los especialistas y, entre otros cuestionarios, en el inventario de IDEA (Inventario De Espectro Autista) (Rivière y Martos, 1998) tal y como dijimos en el capítulo anterior. Los objetivos principales del inventario IDEA son establecer, durante el procedimiento de diagnóstico, la severidad de las características autistas del usuario, para ayudar al maestro a preparar el aprendizaje, estrategias y evaluar los cambios a mediano y largo plazo que tienen lugar en el comportamiento del alumno.

Basándonos en los resultados obtenidos del estudio de dmTEA, hemos observado que hay algunas dimensiones de IDEA sobre las que la tecnología ejerce una mayor influencia, como es el caso de las habilidades de comunicación y lenguaje. Es por eso que nos hemos centrado específicamente en este campo para apoyar las intervenciones basadas en el área funcional de la comunicación. Este bloque puede beneficiarse del uso de aplicaciones específicas en dispositivos móviles, ya que éstos son portátiles, móviles y asequibles, ofreciendo interacción con pantallas táctiles y una administración simple de material pictográfico (Chien et al., 2014). En la actualidad, existen muchas aplicaciones de proyectos con contenidos fijos y cerrados que no ofrecen la posibilidad de personalizar dichos contenidos para adaptarlos al usuario. Esta característica ha cambiado en los últimos años con nuevas aplicaciones como e-mintza o Piktoplus (Aresti-Bartolome y Garcia-Zapirain, 2014). Aunque tales proyectos ayudan a los usuarios que sufren de autismo con sus tareas de comunicación, la mayoría de ellos son, básicamente, comunicadores que solo reproducen oraciones formadas con pictogramas (Sennott y Bowker, 2009; Gea-Megías et al., 2004). Observando esta falta de aplicaciones enfocadas al área funcional de la comunicación, proponemos ayudar a los niños con autismo a comunicarse aprendiendo cómo construir gradualmente diferentes oraciones, pronunciarlas y reforzar su gramática, sintaxis y fonética, trabajando sobre las deficiencias presentadas en las aplicaciones previamente nombradas. Teniendo esto en cuenta, desarrollamos la aplicación móvil “Cadena de palabras”, una herramienta donde se pueden construir oraciones diseñadas por especialistas y que se basa en el “Tren de palabras” (Monfort y Juárez, 1987).

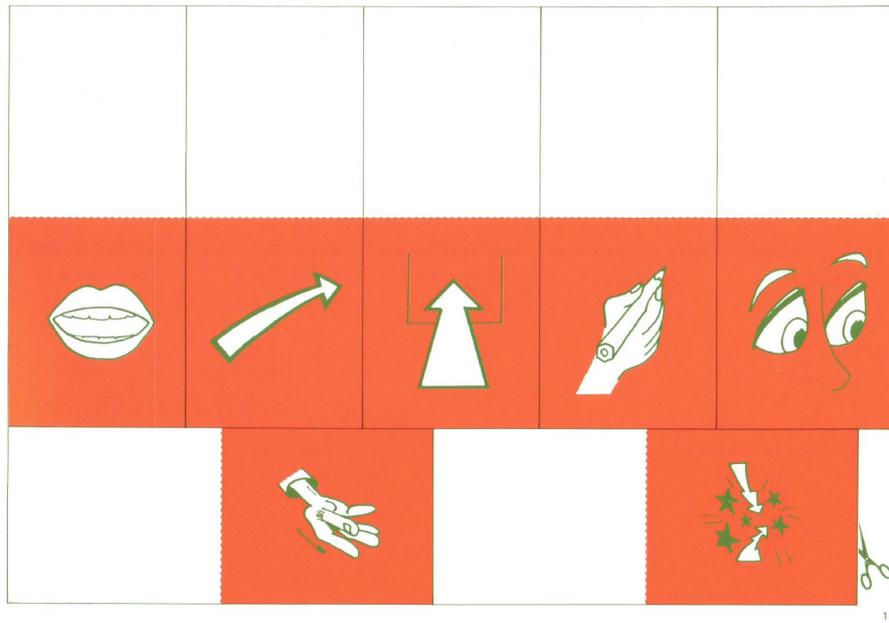


Figura 17. Tren de Palabras

4.2 Preguntas de investigación

La investigación busca realizar una intervención paulatina de los trastornos comunicativos del autismo, mediante el aprendizaje de diferentes palabras y la construcción de oraciones diseñadas por especialistas, basándose en las ventajas que aportan los métodos tradicionales e incorporándolos a una aplicación móvil. Esta parte del trabajo responde a la segunda contribución: En el campo de las Necesidades Educativas y específicamente en el área de la comunicación, es posible el aprendizaje de nuevo vocabulario y construcción de sentencias con una app educativa. Para abordarlo, se plantean dos cuestiones principales:

- ¿Es posible el progreso gradual con respecto al déficit comunicativo del niño a lo largo del tiempo, gracias a la adquisición y el aprendizaje de nuevo vocabulario y la construcción de oraciones usando para ello la tecnología móvil?
- Determinar que aporta el diseño de “Cadena de palabras” frente a las formas más tradicionales de intervención, basadas en herramientas de

uso habitual en las clases como PECS (Picture Exchange Communication System) (Charlop-Christy et al., 2002) o PowerPoint.

4.3 Cadena de Palabras: Descripción del prototipo

"Cadena de palabras" está diseñada con el propósito de intervenir gradualmente los trastornos del lenguaje y la comunicación (funciones comunicativas, lenguaje expresivo y lenguaje receptivo), uno de los bloques definidos en IDEA como vimos anteriormente. Las dimensiones de IDEA están constituidas por elementos que definen las características que la representan para que los educadores puedan establecer en qué nivel de afectación se encuentra el niño con autismo (y quién tiene dichas características). Teniendo esto en cuenta, hemos tratado de encontrar una relación con la aplicación diseñada para tratar los diferentes problemas relacionados en cada dimensión.

De acuerdo a las características mencionadas por Tortosa Nicolás (2004) en los déficits de comunicación y lenguaje, hemos diseñado "Cadena de palabras" para ser usada en tablets. Su pantalla táctil y su naturaleza portátil agregan una ventaja si se comparan con los sistemas tradicionales, como el uso de tarjetas pictográficas, tanto cuando los maestros manejan los materiales (Chien et al., 2014) como en el momento en que los niños que van a usar la aplicación (Voon et al., 2015). Además, "Cadena de Palabras" aprovecha las características de accesibilidad, movilidad y portabilidad de los dispositivos móviles. Gracias a su interfaz multimodal, los niños pueden interactuar tocando la pantalla y al mismo tiempo, escuchando y pronunciando las palabras y oraciones en voz alta.

Para poder explorar todas las posibilidades relacionadas con la comunicación de usuarios con autismo, el trabajo conjunto de técnicos y expertos en autismo permite la implementación de dos actividades que forman "Cadena de palabras" (Figura 20, pantalla b). En la primera actividad (Figura 18), el niño repite los nombres de diferentes objetos que se muestran en la pantalla. En este caso, se

ha creado un sistema de contenidos personalizados para que el profesor pueda decidir qué objetos se mostrarán en la pantalla, agrupándolos en diferentes categorías con características comunes (Figura 20, pantalla d). El objetivo es que el niño presione cada objeto, escuche su nombre y lo repita correctamente y, luego, el profesor comprueba si la tarea se ha completado correctamente (Figura 20, pantalla e). En base a dicha prueba, la aplicación envía una retroalimentación positiva o negativa, ya sea como señal sonora o visual, cubriendo el objeto presionado con otro que representa si se ha hecho de la manera correcta o incorrecta (Figura 20, pantalla f). Además, cuando se completa todo el panel de objetos, se reproducirá un video para alentar al niño a continuar trabajando con la aplicación (Figura 20, pantalla j). Del mismo modo, las imágenes también pueden ser reemplazadas por la palabra que representan.

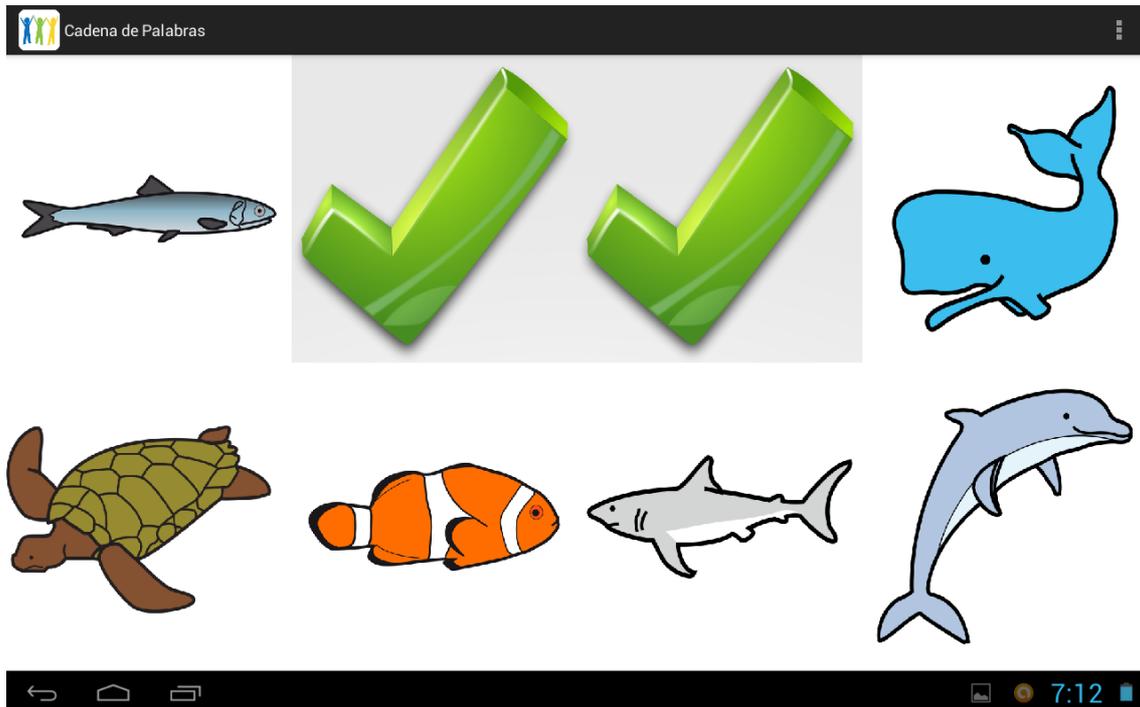


Figura 18. Captura de pantalla de la actividad de vocabulario

La segunda actividad permite a los profesores crear oraciones con los pictogramas de ARASAAC³, elegidos por su utilidad y su amplio uso a nivel nacional. Estos pictogramas están basados en SPC (Sistema Pictográfico de Comunicación) para niños con autismo (Lerna et al., 2014), y hacen uso de marcos de colores para identificar los diferentes tipos de palabras (verbo: verde; nombre de una persona: amarillo; objeto: naranja; etc.). Los colores se pueden eliminar si el maestro así lo decide. Además de los pictogramas de ARASAAC, se pueden usar otros tipos de imágenes, como fotos de la clase para ajustar las oraciones al contexto más adecuado. Además, el profesor puede hacer que cada fotografía de la lista tenga su palabra relacionada o se incluya solo como un texto sin imagen, en función de las habilidades de lectura y escritura del niño.

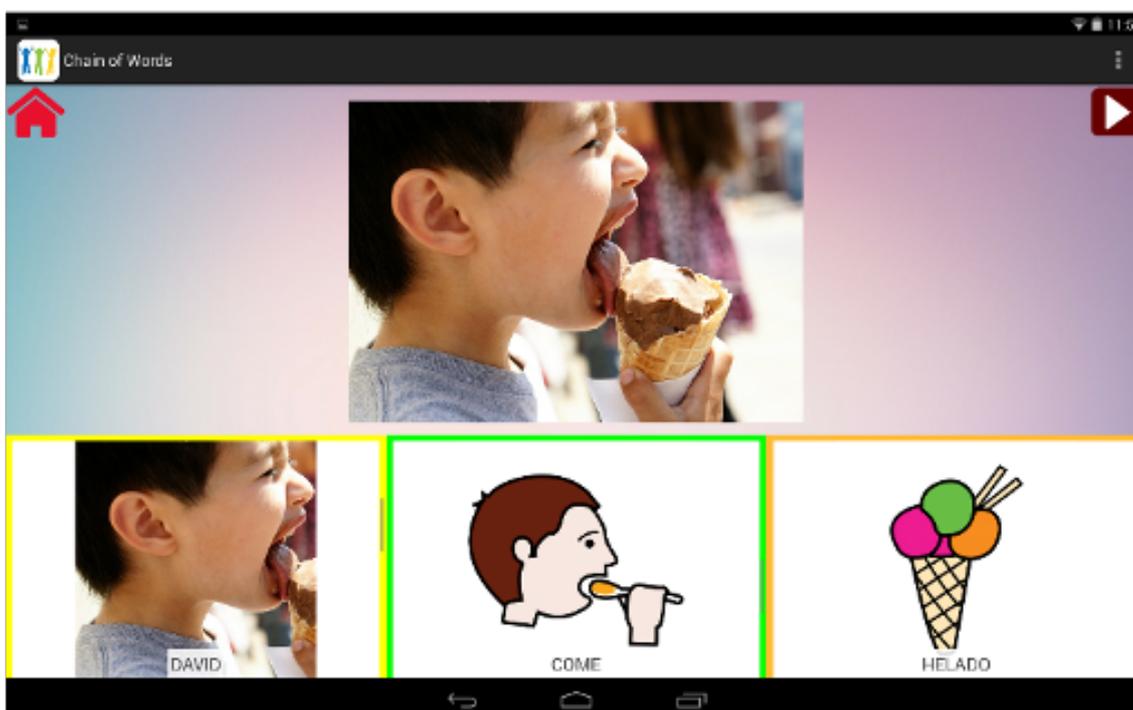


Figura 19. Captura de pantalla de la construcción de una oración

Esta segunda actividad se compone de dos secciones diferentes. La primera muestra una pantalla con una lista de oraciones, ordenadas de menor a mayor dificultad, cada una de ellas con una imagen que la representa (Figura 20, pantalla g). Cada oración aparece individualmente cuando el niño arrastra su

³ <https://arasaac.org/>

dedo horizontalmente para mostrarlas. En esta sección, el profesor decide si el niño puede pronunciar la oración solo con la imagen adjunta, sin ningún soporte visual que represente cada una de las palabras de dicha oración. En la segunda sección se construirá la oración, que se definirá en base a una imagen ubicada en el centro de la pantalla, que es la que se muestra en la lista anteriormente explicada (Figura 20, pantalla h). Para este propósito, el niño tiene un conjunto de listas de pictogramas ubicadas en la parte inferior y que arrastrará verticalmente para elegir el pictograma adecuado. Las oraciones tienen alrededor de dos a cinco palabras y el número de palabras puede variar según las habilidades del niño según lo evaluado por el profesor. Un ejemplo para el niño (Figura 19) será la oración: "David come helado". Para esta oración, el niño debe elegir los pictogramas "David", "Come" y "Helado" de las listas ofrecidas. En esta sección, el profesor también determina si el niño puede pronunciar la oración. Tanto el educador como el niño también pueden verificar si la oración está diseñada correctamente presionando una tecla que compara la original con la construida por el niño (Figura 20, Pantalla i). Basado en el resultado de esta comparación, el niño recibe una retroalimentación en forma de sonido, para saber si la oración ha sido correcta o incorrecta. Dicho sonido es elegido por el profesor, quien elige los tonos más adecuados para cada niño en función de sus necesidades concretas (Figura 20, pantalla j).

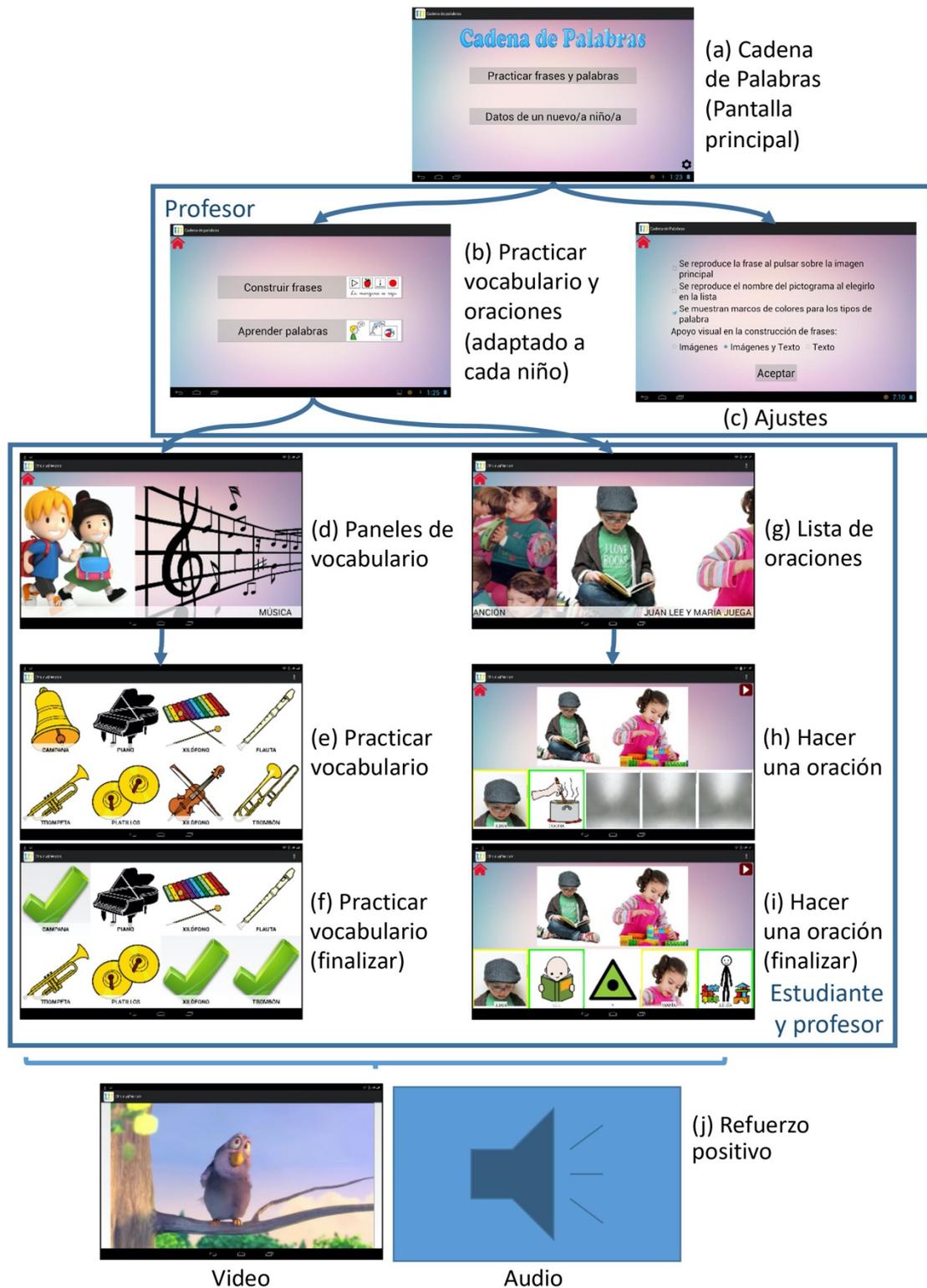


Figura 20. Diagrama de navegación de “Cadena de Palabras”

“Cadena de palabras” ofrece a los profesores la posibilidad de crear materiales que se adapten y personalicen en función de cada niño, ya que las características especiales del autismo pueden variar de un individuo a otro

(Dautenhahn, 2000). Del mismo modo, los comentarios que se muestran a los niños al completar las tareas se adaptan a cada caso específico y tanto el vocabulario como las oraciones pueden incluir fotografías reales de los niños y sus compañeros de escuela. Todos los contenidos pueden ser personalizados, desde la selección de oraciones hasta la selección de cada una de sus palabras. Finalmente, la herramienta almacena mediante un sistema de registro todas las acciones realizadas por el niño, los pictogramas elegidos de cada lista, el vocabulario aprendido, las oraciones construidas o si la oración coincide con la imagen. El objetivo final es facilitar el progreso del niño en la construcción de oraciones analizando todos estos datos.

La aplicación hace uso de diferentes aspectos de la tecnología móvil. El primero y más importante es la pantalla táctil, que hace uso de dos tipos de interacción: presionando diferentes elementos para elegir una palabra o para verificar si una oración está organizada correctamente, o arrastrando la lista de oraciones o pictogramas como en una actividad de drag & drop. El segundo es la posibilidad de sintetizar el texto para ser reproducido oralmente. El niño debe escuchar las palabras que debe repetir, o la oración que debe crear, dependiendo de la actividad seleccionada. El tercero es la reproducción de elementos multimedia para ofrecer retroalimentación sonora y visual cuando finaliza una actividad. Por último, la herramienta incluye una base de datos interna para almacenar los datos de los niños que luego se utilizarán para complementar la información en los archivos de registro.

4.4 Metodología

Para evaluar las hipótesis de investigación planteadas anteriormente, hemos diseñado una metodología mixta. De la primera parte, que es cuantitativa, se obtiene un análisis del progreso utilizando registros de las interacciones del niño con la aplicación. En la segunda parte, que es cualitativa, muestra la

experiencia de los especialistas al recoger sus opiniones por medio de una entrevista y por la valoración de un cuestionario con diferentes ítems.

4.3.1 Muestra

Gracias al proyecto “Cadena de Palabras: app móvil para el apoyo al desarrollo del lenguaje” dentro del convenio de colaboración suscrito entre la Consejería de Educación y Cultura del Principado de Asturias y la Universidad de Oviedo, “Cadena de Palabras” es empleado en dos escuelas públicas donde los maestros están acostumbrados a este tipo de tecnología, y donde son los encargados, siguiendo las directrices departamento de educación regional, de determinar que objetivos y habilidades deben adquirir los niños.

Ambas escuelas tienen niños con necesidades educativas especiales entre sus estudiantes y, para el propósito de esta investigación, se tuvieron en cuenta aquellos que tenían los problemas comunicativos definidos en IDEA. En España, el autismo generalmente se diagnostica a los 5 años. Sin embargo, los síntomas pueden aparecer durante etapas previas y, por lo tanto, los profesionales que trabajan con niños autistas son los más adecuados para determinar cuándo se utilizarán dichas herramientas. En nuestro caso, la selección de la muestra la llevan a cabo profesores de ambas escuelas. Dicha muestra está compuesta por once niños (Tabla 6). Los niños conocen a sus maestros y tienen una relación muy estrecha con ellos, lo que facilita la realización de las pruebas de "Cadena de palabras" para determinar el progreso en los déficits comunicativos, así como una comparación del sistema con otros sistemas más tradicionales, como PECS o PowerPoint.

4.3.2 Procedimiento

Tras la selección de la muestra, los maestros diseñaron las sesiones adaptándolas individualmente a las necesidades específicas de cada niño. Debía especificarse un cierto número de tareas y sesiones (durante un promedio de

aproximadamente 15 minutos, para que el niño no se cansara de las actividades), así como la frecuencia. El resultado fue de 10 sesiones para la actividad de vocabulario y 7 sesiones para la de oraciones. Estas sesiones tuvieron lugar durante tres meses en el segundo trimestre del curso académico 2014-2015. Durante cada sesión, el maestro y el niño trabajaron individualmente en una de las aulas de la escuela. Se instruyó a cada niño sobre lo que tenía que hacer y se modeló su comportamiento en caso de ser necesario.

ID	Sexo	Edad	Afectación en la comunicación
<i>N1</i>	H	3	Alta
<i>N2</i>	M	4	Baja
<i>N3</i>	M	5	Media
<i>N4</i>	H	8	Baja
<i>N5</i>	H	7	Media
<i>N6</i>	H	4	Alta
<i>N7</i>	H	4	Alta
<i>N8</i>	M	5	Media
<i>N9</i>	H	6	Baja
<i>N10</i>	H	5	Media
<i>N11</i>	M	5	Baja

Tabla 6. Información de los niños elegidos para las pruebas de “Cadena de Palabras”

Adicionalmente, los maestros han de responder a un cuestionario con 7 ítems (ver tabla 7) con el objetivo de hacer un análisis comparativo de “Cadena de Palabras” con sistemas más tradicionales. Atendiendo a (Couse y Chen, 2010) realizamos entrevistas con formato semiestructurado de quince minutos, en las

que los profesores nos dan su percepción sobre el uso de la tecnología móvil como elemento de soporte dentro del aula.

Item	Descripción
1	Usando el método “X” por primera vez, el niño está motivado a trabajar
2	Usando el método “X” por primera vez, el niño está más dispuesto a usar palabras
3	El niño prefiere el método “X” en lugar de otros
4	Después de haber empleado el método “X”, el niño quiere seguir aprendiendo
5	Después de haber empleado el método “X”, la relación del profesor y el niño es mejor
6	El método “X” puede ajustar sus contenidos a las necesidades del niño
7	El método “X” es adecuado para las necesidades del profesor

Tabla 7. Items del cuestionario, donde la “X” es sustituida por “Cadena de Palabras” y por “Sistemas tradicionales”

4.3.3 Recogida y Análisis de datos

Para realizar la medición cuantitativa, la aplicación recoge seis variables que nos permiten medir el progreso de los niños. Teniendo en cuenta los problemas que se producen en el reconocimiento de voz en niños (Gerosa et al., 2009; Mirhassani y Ting, 2014), proporcionamos a los educadores marcadores de correcto/incorrecto para valorar la expresión oral del niño. En el caso de la actividad de aprendizaje de palabras, el maestro verifica de forma manual en la aplicación si el niño pronuncia correctamente una palabra determinada, recopilándose estas valoraciones en archivos de registro para cada sesión y niño. Por otro lado, en la actividad de construcción de oraciones, además de

recoger las respuestas correctas e incorrectas, también hemos reflejado los diferentes niveles de dificultad. Estos niveles de dificultad están relacionados con la secuencia de progresión del desarrollo morfológico y sintáctico que los niños experimentan mientras aprenden español (Rodríguez y Moreno, 1999) (Tabla 8).

Nivel de dificultad	Progreso
<i>1</i>	Dice la palabra “frase”
<i>2</i>	Superpone dos palabras
<i>3</i>	Construye oraciones con sujeto y verbo
<i>4</i>	Construye oraciones con sujeto, verbo y objeto (3 palabras)
<i>5</i>	Construye oraciones con sujeto, verbo y objeto (4 palabras)
<i>6</i>	Emplea los artículos “El / Los”
<i>7</i>	Emplea los artículos “La / Las”
<i>8</i>	Emplea los indefinidos “Un / Unos”
<i>9</i>	Emplea los indefinidos “Una / Unas”
<i>10</i>	Emplea el pronombre personal “Yo”
<i>11</i>	Emplea el posesivo “Mi”
<i>12</i>	Construye oraciones con sujeto, verbo y objeto (5 palabras)

Tabla 8. Niveles de dificultad

Para cada sesión, las puntuaciones de ambas actividades están determinadas por las siguientes fórmulas:

$$Puntuación\ Vocabulario = \alpha - \beta$$

$$\begin{aligned}
 & \textit{Puntuación Oraciones} \\
 & = \frac{\alpha - \beta}{2} + \frac{(\delta * 0,75) + (\mu * 1,5) - (\varepsilon * 0,75) - (\gamma * 0,5)}{2}
 \end{aligned}$$

Porcentaje de acierto (α), porcentaje de error (β), máximo nivel de dificultad alcanzado (μ), número de oraciones construidas con un nivel diferente de dificultad (γ), máximo (δ) y mínimo (ε) nivel de dificultad.

Las constantes de las fórmulas tienen las ponderaciones sugeridas por los expertos, y permiten el cálculo de las puntuaciones de las oraciones teniendo en cuenta tanto las respuestas correctas como las incorrectas, así como los niveles de dificultad. Por lo tanto, los expertos asignan un peso de 0,75 a los niveles máximo y mínimo de dificultad alcanzados por el niño. Sin embargo, los maestros consideran que el máximo nivel de dificultad de una oración construida correctamente vale el doble y, por lo tanto, su calificación es 1,5. Además, el parámetro del número total de niveles realizados tiene un peso de 0,5, ya que los expertos valoran más el nivel máximo de dificultad logrado con éxito que la cantidad de niveles realizados.

Los informes de asistencia a clase muestran una tasa de ausentismo del 33 por ciento (ver Apéndice A, tablas 14 y 15). Los datos perdidos se recuperan siguiendo el procedimiento especificado por Fernández-Alonso et al. (2012), que combina métodos de recuperación basados en el reemplazo de acuerdo con el promedio del sujeto para datos incompletos y el algoritmo de Maximización-Esperanza, en este caso sin variables auxiliares. En España, las evaluaciones de los maestros se basan en una calificación de 0 a 10, y esta es la razón por la cual los valores numéricos obtenidos en las fórmulas se estandarizan dentro de este rango, a partir del cual se calculan las puntuaciones finales.

Considerando estas valoraciones finales, se implementa un análisis intragrupo de Medidas Repetidas con la variable puntuación de palabras y oraciones respectivamente. Finalmente, para identificar las ventajas que ofrece "Cadena

de palabras" frente a los sistemas tradicionales, se realizaron cuestionarios individuales al profesor acerca de cómo usó la app cada estudiante, cuatro semanas después de la última vez que se utilizó la aplicación con el objetivo de garantizar la validez del cuestionario. En este cuestionario, que se incluye en la figura 23, los maestros han comparado "Cadena de palabras" con otras herramientas utilizadas en intervenciones más tradicionales centradas en la comunicación, entre las que destacan PECS y PowerPoint. En la encuesta, los maestros tienen que responder siete preguntas (ver tabla 7) con la escala Likert, del 1 al 5, relacionadas con características como la eficiencia o la preferencia de las intervenciones mencionadas anteriormente. En cada una de las preguntas, la "X" representa el método evaluado del 1 (totalmente desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo). A cada ítem se le aplica un test de Wilcoxon para comprobar las diferencias estadísticamente significativas. Todos los análisis estadísticos se realizan con el SPSS v21 y con R x64 3.3.0.

Además del cuestionario, entrevistamos a los maestros con un formato semiestructurado donde les hemos pedido que compartan sus opiniones acerca de la herramienta. Un asistente es el encargado de transcribir las entrevistas y trabajamos con dichas transcripciones para encontrar evidencias que nos ayuden a responder los objetivos de investigación de este trabajo.

4.5 Resultados

Después de haber procesado los registros recogidos con la app (ver Apéndice B) y el cuestionario, así como las entrevistas hemos obtenido algunos resultados con los que hemos tratado de determinar la validez de nuestra hipótesis de estudio.

4.5.1 Progreso en los déficits de comunicación

Los estadísticos descriptivos de las puntuaciones de las variables relacionadas con oraciones y vocabulario se pueden comprobar en la tabla 9. Adicionalmente, en las tablas 10 y 11 ofrecen los estadísticos descriptivos por sesión.

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
<i>Vocabulario</i>	11	7.5639	2.3759	3.7250	9.6990
<i>Oraciones</i>	11	6.2063	2.1729	2.8085	9.5000

Tabla 9. Descriptores estadísticos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
<i>Voc 1</i>	11	7.5600	1.34344	4.74	9.06
<i>Voc 2</i>	11	6.8973	2.78130	0.63	10.00
<i>Voc 3</i>	11	6.6409	2.72858	0.49	10.00
<i>Voc 4</i>	11	7.0938	2.35408	2.50	9.22
<i>Voc 5</i>	11	8.7679	0.92876	7.75	10.00
<i>Voc 6</i>	11	7.7934	1.40881	4.43	9.25
<i>Voc 7</i>	11	7.1336	2.89523	1.88	10.00
<i>Voc 8</i>	11	6.8495	3.12006	0.44	10.00
<i>Voc 9</i>	11	7.9013	0.95602	6.67	9.46
<i>Voc 10</i>	11	8.9981	0.86207	7.72	10.00

Tabla 10. Descriptores estadísticos por sesión para la variable puntuación en el vocabulario

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
<i>Ora 1</i>	11	5.2261	1.46527	3.40	7.50
<i>Ora 2</i>	11	5.4354	3.15970	1.35	9.89
<i>Ora 3</i>	11	7.0286	1.65816	4.47	9.81
<i>Ora 4</i>	11	6.5345	2.00029	2.77	10.00
<i>Ora 5</i>	11	7.3335	1.96246	3.56	9.67
<i>Ora 6</i>	11	4.3127	2.53723	0.91	9.63
<i>Ora 7</i>	11	7.5730	2.42738	3.20	10.00

Tabla 11. Descriptores estadísticos por sesión para la variable puntuación en las oraciones

Para la variable dependiente "Vocabulario", la prueba de Friedman muestra que algunas distribuciones de las puntuaciones son significativas ($p = .03$). La gráfica correspondiente a las sesiones (Figura 21) muestra una tendencia lineal ($p = .01$), que indica el progreso global en el trabajo de vocabulario, apreciando las sesiones con alto y bajo rendimiento, como es normal en niños con autismo.

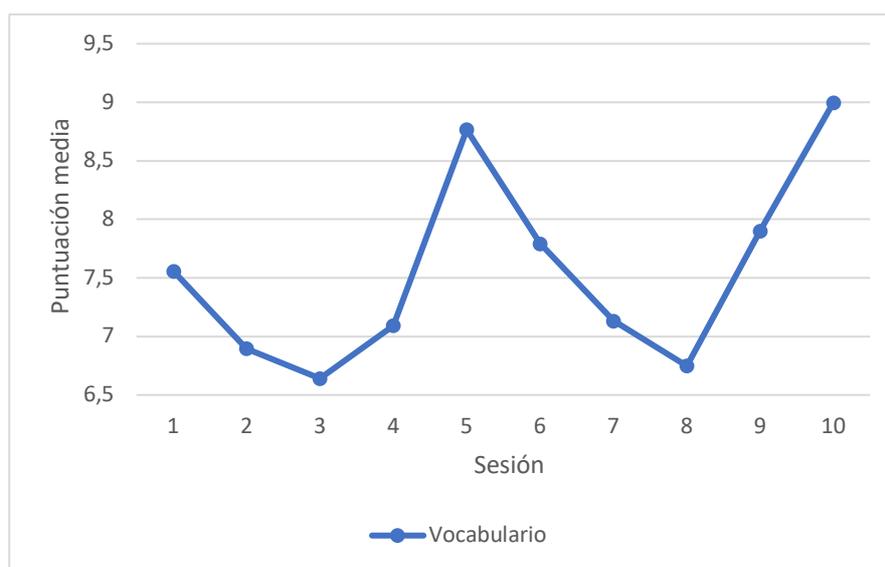


Figura 21. Gráfica con las puntuaciones medias de vocabulario por sesión

Las evaluaciones indican que todos los niños mostraron mejoras en su capacidad para articular palabras y frases en la misma línea que los encontrados por otros estudios sobre la producción del habla en niños no verbales con autismo (Wan et al., 2011). En el caso de las oraciones, la prueba de Friedman muestra diferencias significativas ($p = .03$) entre la primera y la última sesión con una tendencia que se muestra en el gráfico (Figura 22).

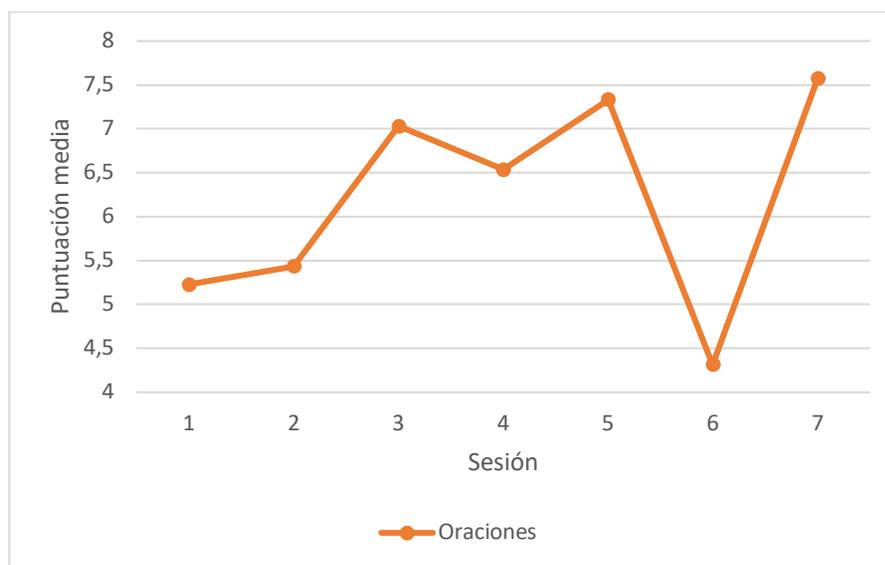


Figura 22. Gráfica con las puntuaciones medias de oraciones por sesión

4.5.2 “Cadena de palabras” y los métodos tradicionales

Los resultados obtenidos de la encuesta que se muestra en la figura 23 dan una idea de la diferencia entre "Cadena de palabras" y el método tradicional. Consideramos que es necesario complementar dichos resultados con las transcripciones de las entrevistas de los docentes que se centran en dos aspectos principales: uso y flexibilidad, y el apoyo de comunicación ofrecido por "Cadena de palabras". Se incluyen las tres observaciones principales recopiladas por expertos con respecto a los aspectos mencionados anteriormente:

“Cadena de palabras es mejor que el sistema de tarjetas PECS”, y se añade lo siguiente: “El sistema de tarjetas PECS es más difícil de usar porque las

tarjetas se ensucian cuando se usan continuamente y se ven estropeadas después de un tiempo”.

“Solía trabajar con PowerPoint para presentar textos e imágenes adaptadas a cada niño. Sin embargo, la estructura de "Cadena de palabras" para construir oraciones y vocabulario hace que sea fácil agregar fotos, videos, textos y sonidos personalizados a cada caso, y la característica más importante es que los niños pueden interactuar con estos elementos”.

“Las interacciones que ofrece la tablet me permiten, en algunos casos, personalizar el comportamiento del niño para las tareas que ofrece "Cadena de palabras", dándonos la oportunidad de tener una comunicación entre nosotros que es difícil de lograr con las tarjetas PECS o PowerPoint”

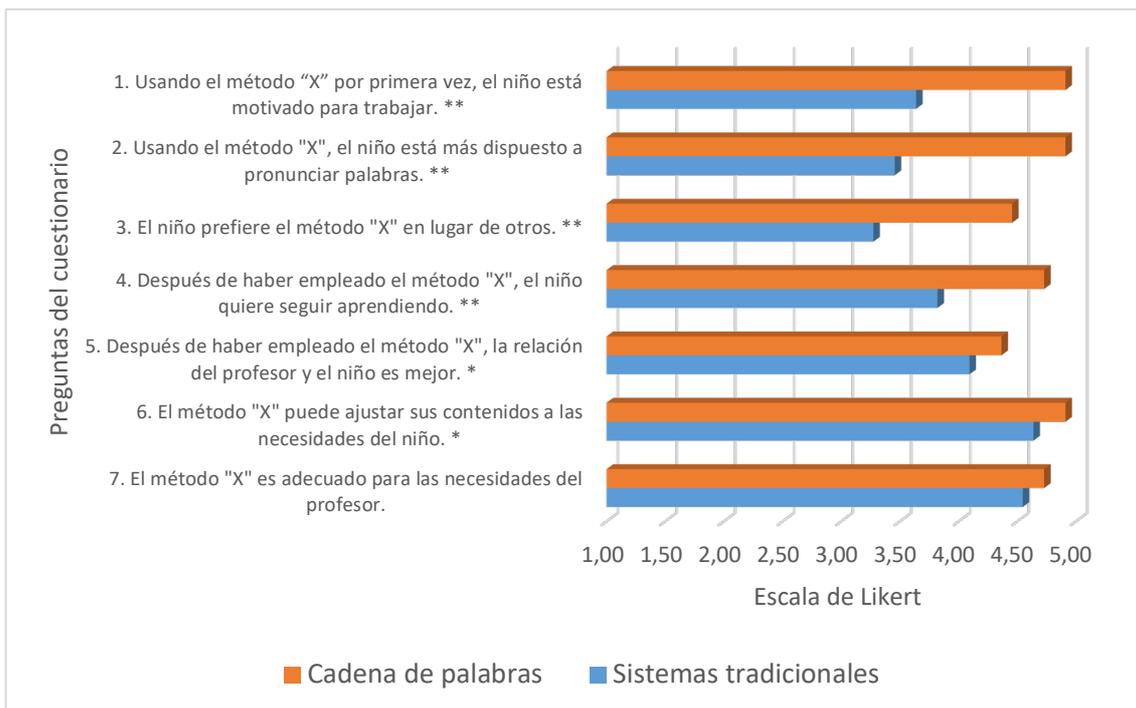


Figura 23. Resultado de las entrevistas con los profesores (* es $p < .05$, ** es $p < .001$ y $N = 11$).

4.6 Discusión e interpretación de resultados

La discusión e interpretación de los resultados nos dará la posibilidad de comprobar si los objetivos especificados al comienzo del artículo se cumplen:

verificar la mejora en los trastornos comunicativos y las ventajas obtenidas al usar "Cadena de palabras" en comparación con las soluciones tradicionales.

Para el primer objetivo, las gráficas (vocabulario y oraciones) muestran un progreso creciente a lo largo las sesiones (figura 21 y figura 22). Para el vocabulario en concreto, se observa una tendencia lineal confirmada con estos resultados ($p = .01$). El progreso en las sesiones se caracteriza por la variabilidad de los resultados, especialmente en las primeras, debido a las características típicas de los estudiantes con TEA y que pueden cambiar de un niño a otro (Gea-Megías et al., 2004; Pugliese et al., 2015), porque, dado que es un entorno nuevo, resulta difícil para ellos adaptarse. En las últimas sesiones, la progresión nos lleva a pensar que el efecto se estabilizará con respecto a su aumento a medida que el entorno esté más controlado y, por lo tanto, el comportamiento de los niños sea más predecible. Además, este efecto de progresión es evidente entre la primera y la última sesión, ya que está confirmado por diferencias estadísticas significativas ($p = .03$). Respecto a las oraciones, los resultados han mostrado diferencias significativas en la progresión entre la primera y la última sesión ($p = .03$). El comportamiento de los datos para las oraciones durante las primeras sesiones es similar al de los datos de vocabulario, pero es diferente en las últimas. En las sesiones iniciales, hemos notado una progresión creciente con variaciones. Como es una aplicación nueva, los niños se acostumbran con el tiempo y, por lo tanto, el entorno de aprendizaje se vuelve más predecible. Durante las últimas sesiones, las variaciones de datos no siguen un patrón lineal. La razón puede ser que el maestro ha introducido nuevas palabras y aunque las oraciones no varían en dificultad, los niños no identifican esas palabras con el objeto respectivo. En la última sesión, los estudiantes identifican los objetos relacionados con las palabras para cada oración de una mejor manera y, por lo tanto, hay una diferencia significativa entre la primera y la última.

Complementamos este resultado con técnicas analíticas visuales en la misma línea sugerida por (Gómez-Aguilar et al., 2015) con fines exploratorios.

Mostramos la progresión en las puntuaciones obtenidas para un caso en las sesiones de oraciones y vocabulario (ver figura 24). Analizando los resultados de este caso, nos damos cuenta de que la progresión en el vocabulario es bastante constante, con pequeños altibajos durante las sesiones. En el caso de las oraciones, hay un progreso creciente pero no es tan constante como el observado para el vocabulario. Dichas variaciones se deben a la dificultad de adaptarse a los cambios introducidos por el profesor durante las sesiones, pero a pesar de todo, el niño termina con una mejora significativa al comparar la primera y la última sesión.

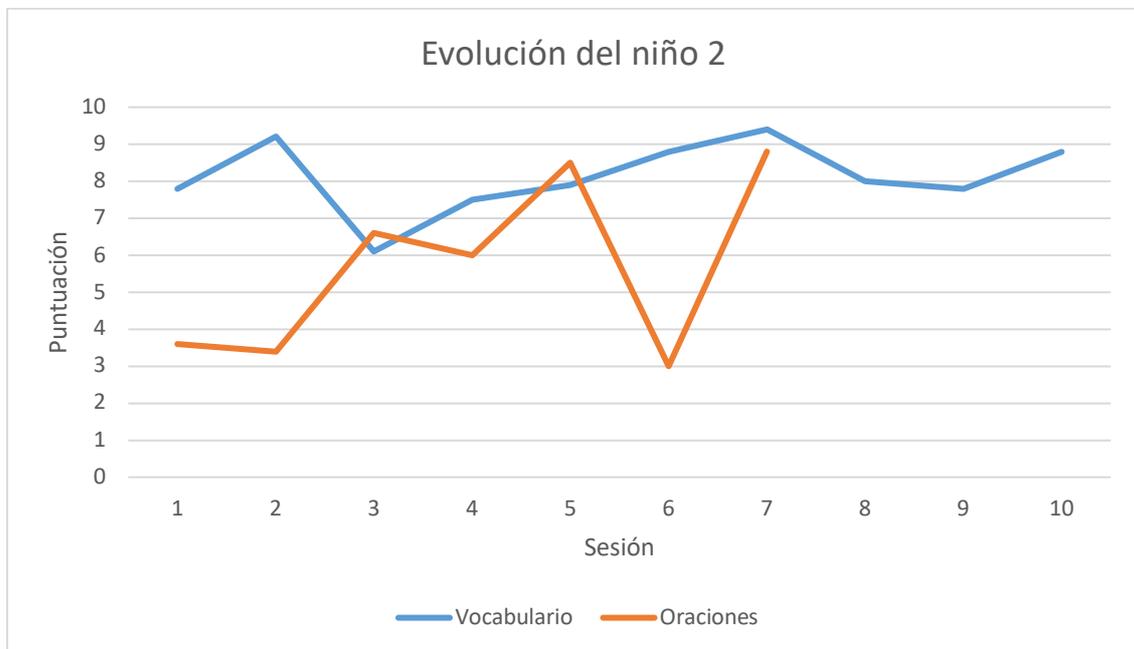


Figura 24. Evolución de las puntuaciones para ambas actividades en uno de los niños.

Los resultados obtenidos en la mejora de los trastornos comunicativos nos han demostrado que las tablets pueden ser otro dispositivo de apoyo para los maestros que trabajan con niños autistas con problemas comunicativos. Experiencias similares a "Cadena de palabras" y basadas en comunicadores y pictogramas (Gea-Megías et al., 2004), o sistemas que usan símbolos y text to speech (Venkatesh et al., 2012; Mintz, 2013), pero sin alcanzar el nivel de construir oraciones gramaticalmente correctas, han demostrado que los dispositivos móviles son herramientas útiles para el lenguaje receptivo y

expresivo, fomentando la adquisición de vocabulario y, por lo tanto, mejorando los trastornos de comunicación que muestran algunos niños con TEA, algo que puede llegar a causarles ansiedad (Charlop et al., 2001).

El análisis de las encuestas muestra que "Cadena de palabras" mejora algunos de los aspectos de los sistemas tradicionales. El niño está más motivado primera vez que usa "Cadena de palabras" que cuando usa otros sistemas (pregunta 1). Además, el niño prefiere usar "Cadena de palabras" frente a los métodos tradicionales (pregunta 3). Este resultado está en línea con otros trabajos como (Venkatesh et al., 2012) aprovechando el efecto estimulante y motivador que la tecnología tiene en los niños con autismo. En nuestro caso es más destacable aún, ya que los niños con los que se trabajó ya habían usado tablets en otras actividades educativas y, por lo tanto, este efecto motivador como algo nuevo no está presente.

Con "Cadena de palabras", los maestros han aprovechado la posibilidad de personalizar los contenidos de acuerdo con las características específicas del niño y aprecian la forma en que "Cadena de palabras" se puede adaptar a sus necesidades (Pregunta 6), porque cada caso de autismo es único (Hayes et al., 2010). La adaptación de los materiales a las situaciones cotidianas de la vida del niño, incluso con sus propias fotos, significa que "Cadena de palabras" es más adecuado a la hora de introducir contenidos que el sistema tradicional de tarjetas PECS. La flexibilidad en la personalización del contenido de las tareas para cada niño se puede observar en las investigaciones que otros estudios, como el de (Chien et al., 2014), han realizado. En dicho estudio, los profesores tienen flexibilidad en la gestión y creación de contenidos, pero no se ofrece una actividad en la que se recoja como se aplican esos contenidos, y por tanto no se comprueba como afecta esa flexibilidad en los niños que harán uso de ellos.

Los profesores consideran que el método tradicional también se adapta a sus necesidades (pregunta 7). Es importante mencionar que, en nuestro estudio, los

profesores hacen uso del método PECS tradicional y las presentaciones de PowerPoint. Chien et al. (2014) comparan en su estudio la aplicación iCAN con el método tradicional de las tarjetas PECS. Pero en nuestro caso, esta comparación se realiza con las tarjetas PECS y PowerPoint. Consideramos que este hecho causa la mínima diferencia significativa que se muestra en la comparación entre ambos métodos.

Después de usar “Cadena de palabras”, el niño quiere continuar aprendiendo (pregunta 4) y usando “Cadena de palabras”, y además está dispuesto a pronunciar palabras / oraciones (pregunta 2). Consideramos que la mejora obtenida en los déficits comunicativos gracias al análisis estadístico de vocabulario y oraciones respalda el resultado obtenido en este caso. Creemos que este resultado es la consecuencia del efecto de enganche que tiene la tecnología, tal como demuestran Venkatesh et al. (2012).

Por último, después de usar "Cadena de palabras", se puede observar que la relación del niño con el maestro es mejor (pregunta 5). Durante las entrevistas, un maestro nos dijo que la relación se había estrechado gracias a la interacción con la tablet y a la posibilidad de guiar el comportamiento del alumno en algunos casos. La interacción táctil se ha utilizado con éxito para niños autistas con discapacidades motoras (Monibi y Hayes, 2008) y para involucrar a niños con TEA en actividades sociales (Hourcade et al., 2012). En "Cadena de palabras", el estilo de manipulación directa mediante el uso de la pantalla táctil permite niños para hacer emparejar objetos y palabras; las tecnologías del habla mejoran tanto el aprendizaje de nuevo vocabulario y oraciones en castellano, con un soporte neutro emocionalmente hablando (Yee, 2012), gracias a un soporte visual complementado con un refuerzo de audio y video.

Capítulo 5

Estudio comparativo de la interacción con la tecnología móvil entre niños con y sin trastornos de comunicación

En los capítulos 3 e 4 hemos visto como la tecnología móvil ayuda a los niños que tienen algún déficit de comunicación. En este capítulo queremos estudiar como interaccionan con la tecnología los niños que tienen algún Trastorno de Comunicación. Para ello nos basamos en la metodología Montessori, la cual por sus características nos permite desarrollar dos aplicaciones que trabajan con el léxico y con la fonología. permitiéndonos estudiar y descubrir que realmente interaccionan de manera diferente los niños con y sin trastornos comunicativos.

5.1 Introducción

En la actualidad, un 8% de las personas tiene problemas comunicativos⁴, pudiendo distinguir, a cualquier edad, problemas de voz, habla y lenguaje. Este hecho hace que una de las prioridades más importantes sea lograr una mayor calidad de vida y una inserción más real y efectiva en nuestra sociedad para las personas que tienen este tipo de necesidades, trabajando desde las edades más tempranas mediante la implementación de estrategias educacionales (Rhea, 2007) adaptadas a sus necesidades concretas.

Dentro del ámbito educativo, una de las metodologías para trabajar la lectoescritura que se está potenciando actualmente (Marshall, 2017), a pesar de existir desde hace años, es la diseñada por la Doctora María Montessori

⁴ <http://www.worldbank.org/en/topic/disability>

(Montessori, 2020). Su metodología está basada en el respeto a los niños en riesgo de exclusión social, así como en la gran capacidad de aprendizaje de éstos. La fase más idónea para impartir este método es el período preescolar. El material didáctico que creó consta de una serie de útiles manipulables que permiten a los niños, a la vez que se divierten, atravesar diferentes fases en el proceso de aprendizaje, que abarca desde las etapas más básicas, como el reconocimiento de fonemas, pasando por las intermedias como son el aprendizaje de las letras y construcción de palabras, hasta llegar a la construcción y lectura de frases y oraciones. Además, otra de las ventajas del método Montessori es que es aplicable a personas con Necesidades Educativas Especiales (NEE) gracias a tres importantes aspectos; el primero, es que proporciona a los niños lo que necesitan para tener éxito no solo en el lenguaje, sino también en todo su potencial a nivel humano (Awes, 2014). El segundo, es que los niños tienen una mayor estimulación sensorial gracias al uso de diferentes materiales, coloridos y de diferentes formas, muy atractivos para el niño y que hace que esté más interesado en la actividad desarrollada (Cossentino, 2010). El tercero es la autonomía, algo que favorece que cada individuo siga su propio ritmo de aprendizaje de acuerdo a sus necesidades concretas⁵.

Las nuevas tecnologías ofrecen importantes oportunidades (Hayes et al., 2010; Ganz et al., 2014), especialmente en el ámbito del autismo (Ganz, 2007; Ploog et al., 2012; Shane et al., 2012). Trabajos de investigación realizados con niños con autismo, han demostrado que las superficies interactivas ofrecen una interacción más natural, eliminando la complejidad del mecanismo de interacción de entrada (Putnam y Chong, 2008), apoyando las interacciones de los individuos (Cibrian et al., 2017). El uso adecuado de estímulos visuales y auditivos conduce a una menor asistencia del cuidador (Schaaf et al., 2014) y,

⁵ <http://uicrpsicoeducativa.blogspot.com/2008/08/mtodo-montessori-en-la-educacin.html>

en el caso de niños con autismo, proporcionará una estimulación sensorial más rica (Cibrian et al., 2017). Por lo tanto, los exergames (Caro et al., 2017), los juegos de colaboración (Bhattacharya et al., 2015) y la superficie multisensorial (Cibrian et al., 2017) han demostrado ser herramientas de apoyo adecuadas para desarrollar habilidades específicas (es decir, habilidades de coordinación entre el ojo y el cuerpo), obteniendo buenos resultados con respecto al uso de la aplicación y la atención. Dentro del ámbito de los dispositivos móviles, utilizados durante un promedio de 5 horas diarias⁶, hay investigaciones realizadas con niños con autismo, mostradas en los dos capítulos anteriores, que permiten una intervención más personal dentro del área funcional de la comunicación.

Los desarrolladores, diseñadores e investigadores de software han estado buscando soluciones tecnológicas para ayudar a las personas con trastornos comunicativos durante más de dos décadas (Putnam y Chong, 2008). Hay muchos ejemplos de productos y prototipos basados en tecnología aparentemente exitosos, como aplicaciones para dispositivos móviles centrados en la comunicación, que tratan aspectos específicos de lectura y escritura (Levy, 2015), con comentarios y puntuaciones positivas dadas por los usuarios. Además, hay juegos basados en el método de aprendizaje de Montessori para desarrollar habilidades de ortografía, lectura y escritura utilizando un alfabeto móvil con elementos fonéticos. Sin embargo, hay pocos estudios sobre la interacción de los niños con trastornos comunicativos con las tecnologías móviles.

A través de dos casos de estudio con niños con y sin trastornos de comunicación, analizamos la interacción de cada grupo tras un programa de entrenamiento. Dos actividades Montessori que trabajan las destrezas de lectura y escritura en una tablet, son el soporte para realizar la investigación. La actividad de “Emparejando Palabras” proporciona una conciencia léxica de las

⁶ <https://www.stonetemple.com/mobilevs-desktop-usage-study/>

palabras, no es necesario un conocimiento previo de la grafía, sólo hay que comparar formas. La segunda, “Tarjetas y Sonidos”, trabaja la conciencia fonológica, el niño se da cuenta de los distintos sonidos que forman las palabras intentando descubrir y comparar con qué sonido comienza cada palabra.

5.2 Preguntas de investigación

Partiendo de trabajos previos en los que demostramos como la tecnología ayuda en el caso de los problemas de comunicación, permitiendo tanto un diagnóstico como una intervención a lo largo del tiempo que favorece la adquisición de nuevo vocabulario y construcción de sentencias, nos centramos en el aspecto de la interacción con una Tablet en niños con problemas comunicativos.

Este trabajo demuestra la tercera contribución de esta tesis, estudiar si interaccionan de manera diferente los niños con NEE que los niños sin ellas. Para abordar esta contribución tenemos las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cambia la eficiencia de uso en de la Tablet tras aplicar un entrenamiento concreto a cada niño sobre su actividad correspondiente?
- ¿Existe una generalización entre ambos grupos en la interacción?

Consideramos la generalización como la similitud de interacciones entre ambos grupos (niños con y sin NEE) durante un periodo de tiempo, tras haber realizado un entrenamiento. La eficiencia de uso está referido a como de rápido los niños pueden realizar las tareas (Nielsen, 2012). Para poder cuantificarlo, hemos tenido en cuenta el tiempo que están con las dos tareas y como el niño/a usa la app.

En este trabajo, la metodología de investigación está basada en una comparativa entre niños con y sin problemas de comunicación. Esta comparativa nos ha permitido hacer un análisis intra e inter-grupo con las

diferentes variables de interacción obtenidas de logs con el registro de las acciones que realizan los niños con la Tablet. Adicionalmente, hemos hecho entrevistas que nos han permitido explicar los resultados obtenidos tras el análisis estadístico de los datos.

5.3 Emparejando Palabras y Tarjetas de Sonido: Descripción del Prototipo

Observando los beneficios que ofrece el método Montessori en niños con NEE, y gracias a las características que tienen las apps en relación a la interacción y la estimulación sensorial (Crescenzi-Lanna et al., 2014), se diseñan dos actividades para tablets. “Emparejando Palabras” se basan en el sistema de comunicación de intercambio de tarjetas (PECS) (Bondy y Frost, 1994), empleando tarjetas con imágenes y palabras. "Tarjetas y Sonidos" también aplica la filosofía desarrollada por PECS para facilitar la comunicación. Además, en este caso involucra imágenes con sus sonidos correspondientes.

Una consideración clave para cualquier tecnología que se implemente en un entorno educativo real, es la de diseñar actividades que encajen con los objetivos de los maestros y los estudiantes (Gao et al., 2014; Richards et al., 2014) en un contexto real de aprendizaje. Esto exige un trabajo conjunto de un equipo multidisciplinar de expertos en el área de conocimiento en la misma línea que proponen Bhattacharya et al. (2015), donde indica la necesidad de que los expertos cooperen en el diseño de las actividades que se implementan mediante el uso de la tecnología para que éstas puedan usarse en ambientes educativos. Así, el diseño de nuestras actividades viene dado por equipo multidisciplinar donde informáticos desarrollaron las actividades con el soporte constante de una guía en Montessori que nos indica cómo adaptar los materiales reales a una aplicación. Tras diferentes revisiones de las actividades, llegamos a una versión final aceptada por dicha guía y expertos de las asociaciones relacionadas con Montessori. Atendiendo a Lillard (2013), buscamos que la

interacción de los niños con los materiales Montessori sea trasladada a una Tablet con sus características concretas. Nuestras actividades parten de la “manipulación” que plantea Montessori. Aunque un niño no puede tener un sentido del tacto de las piezas o tarjetas con una tablet, si puede seleccionar, arrastrar y soltar los elementos. Teniendo esto en cuenta, los elementos que forman parte de las actividades son:

- **Pictogramas** obtenidos de ARASAAC bajo Licencia Creative Commons (BY-NC-SA).
- **Palabras escritas** que dependiendo de la actividad pueden aparecer con un tipo de caligrafía diferente según la configuración establecida (enlazada, mayúsculas, etc.)
- **Cajas** que consisten en rectángulos sobre los que podemos soltar una imagen o una palabra. Dependiendo de la actividad, estas cajas pueden tener una etiqueta gráfica o en forma de grafía escrita.
- **Locuciones** que aparecen además de los elementos visuales para indicar la acción que el niño/a debe realizar para completar la actividad.

Las actividades tienen dos tipos de interacción fundamentales:

- **Drag & Drop**, que permite arrastrar un elemento desde la posición en la que aparece hasta una caja destino y soltarla, de forma correcta o incorrecta.
- **Tap**, que permite al usuario pulsar con el dedo en distintos elementos en pantalla, lo cual proporcionará un feedback sonoro reproduciendo los sonidos asociados con los elementos. Dependiendo del elemento que el niño/a pulse reproduce o el nombre del objeto, o el sonido del fonema asociado.

El método Montessori evita hacer cualquier tipo de feedback (Kohn, 1993), tanto negativo como positivo, ya que puede condicionar el progreso del niño. Además, en su enfoque, los niños tienen la oportunidad de buscar, probar, cometer errores y corregir sus propios errores; por otro lado, los materiales Montessori están diseñados para ayudar a los niños a que encuentren estos errores. Teniendo esto en cuenta, el feedback de las actividades ha sido diseñado de tal manera que el niño no sea sobreestimulado. Cuando es correcto, se reproduce el nombre del objeto y, dependiendo de la actividad, la imagen permanecerá fija en el cuadro. En caso de error, la imagen regresa con una ligera animación a su posición inicial, de forma que el niño pueda repetir la acción.

La actividad “Emparejando Palabras” muestra dos tarjetas sobre una temática elegida (imagen y nombre en letra), que permanecerán fijas en la parte izquierda de la pantalla. En la parte derecha irán apareciendo cada uno de los elementos (imagen y nombre por separado). El reto de esta actividad es que el niño/a empareje los elementos que aparecen con los que están fijos en pantalla: primero imagen con imagen, y luego palabra con palabra. Cuando aparecen las imágenes se reproducirá una locución sonora que indica al niño lo que debe hacer de forma breve: Empareja las imágenes y cuando aparece la primera palabra: Empareja las palabras (Figura 25). Para conseguir esto el niño/a tendrá que utilizar una interacción de tipo drag & drop y desplazar los elementos que parecen para moverlos a unas cajas situadas a lado de los elementos fijos. El niño/a dispone de un segundo tipo de interacción: tap, para escuchar el nombre del elemento seleccionado. Hay dos tarjetas fijas y dos cajas, por tanto, en esta actividad los niños sólo tienen dos opciones (una correcta y otra incorrecta) de mover el único elemento móvil que está en un momento dado en pantalla.

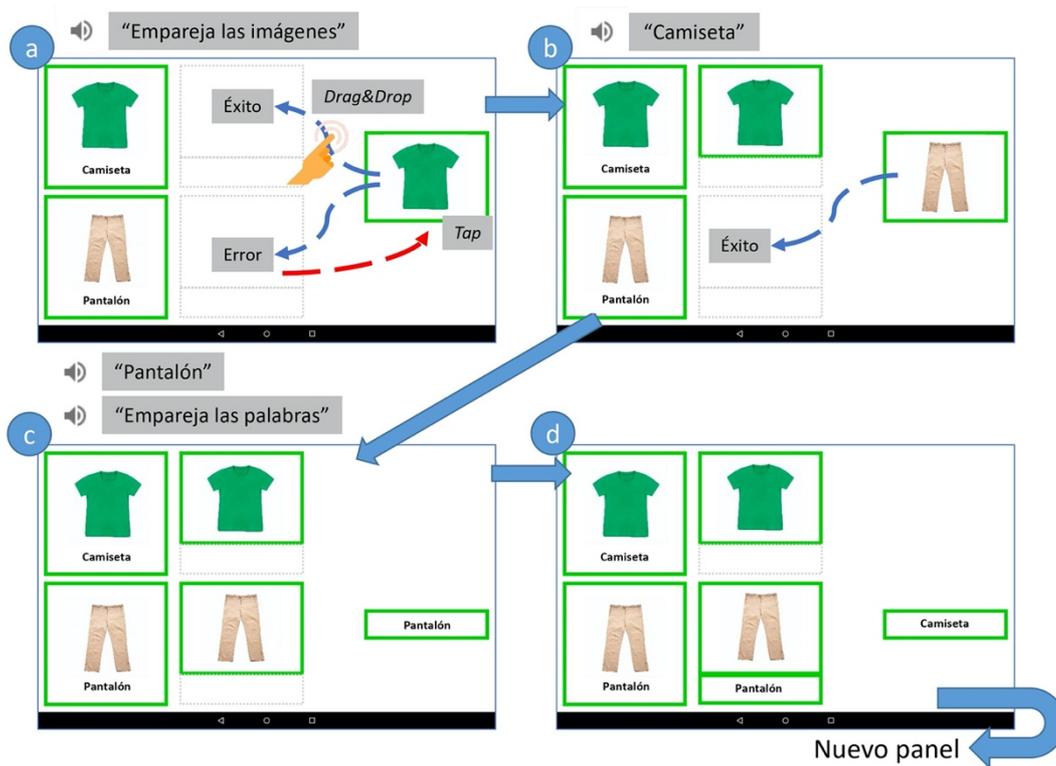


Figura 25. Captura de la actividad "Emparejando Palabras"

La segunda actividad, que recibe el nombre "Tarjetas y Sonidos", muestra una pantalla con distintos "cajones" en cada uno de los cuales aparece una grafía de una o varias letras que representen el mismo sonido en español. El niño pulsará sobre uno de los cajones y aparecerán en la parte derecha cuatro objetos cuyo nombre empieza por el sonido pulsado. El reto consiste en que el niño deberá meter en el cajón que corresponda las imágenes. En el momento de iniciarse se reproducirá la locución: "Toca una letra" y cuando el niño pulse un cajón y se muestren las imágenes se reproducirá: "Lleva los objetos al sonido por el que empiezan". De esta forma el niño podrá empezar a arrastrar y soltar (interacción drag & drop) las distintas imágenes. En esta actividad, el niño/a puede pulsar sobre la imagen para oír cómo se pronuncia cada objeto (Figura 26). También puede pulsar sobre cada cajón para oír cómo suena ese fonema. Cuando el niño suelte las cuatro imágenes sobre un cajón, este se sombreadá de

color gris, pudiendo volver a comenzar con un nuevo conjunto de cuatro objetos.

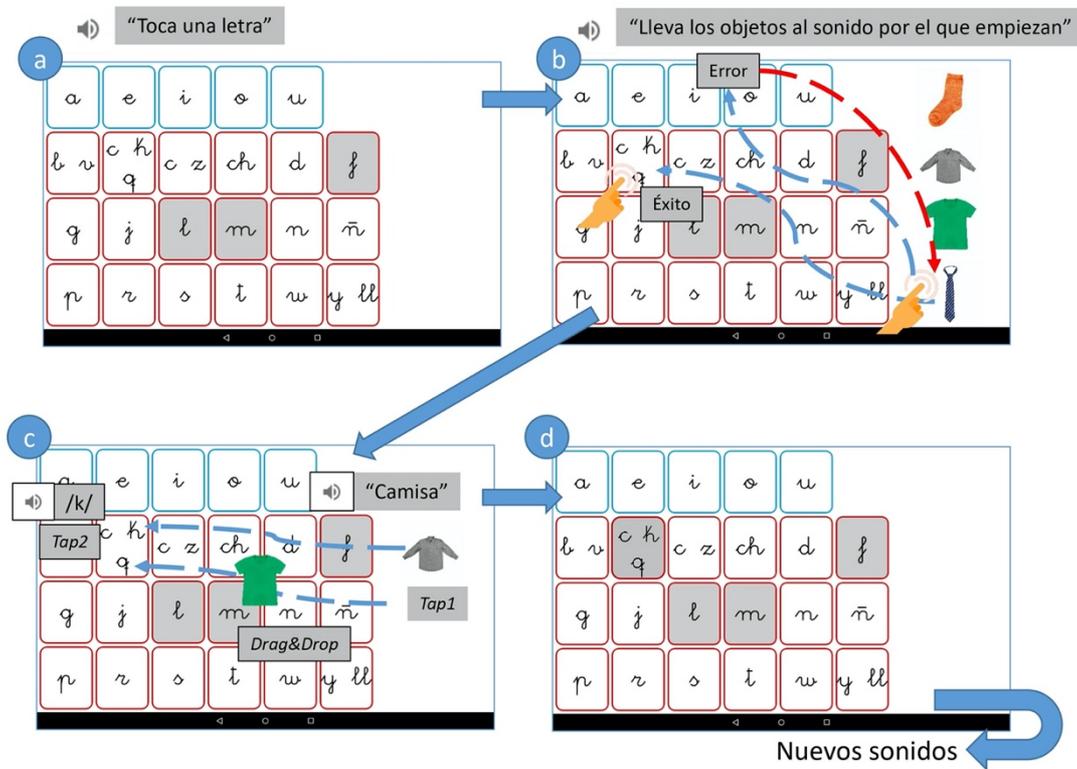


Figura 26. Captura de la actividad "Tarjetas y Sonidos"

La aplicación permite crear un perfil para cada niño. Antes de realizar cada actividad es obligatorio entrar en el perfil correspondiente; de esta forma varios niños pueden compartir el mismo dispositivo, pero identificando al niño que realiza las acciones en cada momento. A la hora de crear un perfil, siempre se informa al usuario de que va a estar monitorizado y que los datos se tratarán de forma anónima y confidencial para uso en la investigación y mejora de la aplicación. La aplicación recoge los eventos de interacción del niño con la actividad correspondiente y los enviará a una base de datos centralizada.

5.4 Metodología

Este estudio plantea una metodología de investigación mixta. Recopilamos datos cuantitativos y cualitativos para evaluar nuestras preguntas de investigación. Los datos cuantitativos se obtienen a partir de los registros de las interacciones entre el niño y la actividad. Dichos datos nos dan la posibilidad de realizar un análisis estadístico para evaluar, en cada actividad y por cada grupo, el cambio en la eficiencia de uso, así como encontrar hallazgos acerca de la generalización en la interacción entre ambos grupos. Los datos cualitativos se recopilan en reuniones celebradas con los maestros como "intermediario" de los niños (Tang y Mccorkle, 2002). En estas reuniones, a través de la experiencia de los maestros con las actividades Montessori, conocimos más sobre el proceso del uso "Emparejando Palabras" y Cajas de Sonidos en un entorno escolar.

5.4.1 Muestra

Siguiendo la línea de investigación sugerida por Druin et al. (2010), queríamos saber cómo los niños interactúan con la tablet de forma natural. Por lo tanto, decidimos enviar las actividades a las asociaciones y escuelas públicas de Montessori en el norte de España, donde en ambos casos, la educación infantil estaba dirigida a niños con y sin Trastornos de Comunicación (TC).

La muestra está formada por niños con TC diagnosticados específicamente de trastorno del lenguaje y trastorno del habla. El diagnóstico lo proporcionan las escuelas y se basa en DSM-5. Los cuidadores fueron responsables de instalar las actividades para los niños, dando su consentimiento para ambas actividades. En la actividad "Emparejando Palabras", un total de 166 niños terminaron la planificación (Media de edad = 5.44, SD = 1.16), 81 con TC y 85 sin TC. Siguiendo la misma línea, para la actividad "Tarjetas y Sonidos", un total de

186 niños terminaron el programa (Media de Edad = 5.32, SD = 1.32), 89 de ellos con TC y 97 sin TC.

5.4.2 Procedimiento

Durante el primer trimestre de un curso académico se llevaron a cabo los dos casos de estudio durante 12 sesiones. El procedimiento seguido para la recogida de datos fue el mismo para ambos grupos. Constaba de dos fases claramente definidas y que detallamos a continuación:

Primera fase

Consideramos que la generalización en la interacción es la consecuencia de promover la generalización en el aprendizaje (Stokes y Baer, 1977), junto con el entrenamiento y la estrategia de observación. En nuestro estudio, son las profesoras y cuidadoras las que eligen el entrenamiento personalizado para cada niño y observan si han adquirido esa generalización en el aprendizaje. Es por ello que sólo recogemos los datos de la interacción al principio y al final de la actividad específica para cada grupo, aplicando de esta forma una metodología pretest – posttest.

Todos los niños desarrollaron al menos 9 sesiones. Los informes de absentismo mostraron que algunos niños, debidos a que estaban enfermos, no podían terminar con las 12 sesiones. Para cada sesión, cada niño tiene 15 minutos (Soler López y García Sevilla, 2002) para completar 4 paneles. Los grupos de niños trabajan independientemente con cada actividad; no existe interacción entre ellos o entre los niños de ambos grupos, y cada uno de ellos se ha centrado solo en su actividad específica, sin hacer uso de la otra actividad diseñada en ningún momento.

Segunda fase

Entrevistamos a dos educadores durante dos horas siguiendo un formato de entrevista semi-estructurada. En estas entrevistas, identificamos algunos temas (Braun y Clarke, 2006) que nos permitieron realizar descubrimientos que respondieron a nuestras preguntas de investigación. Les pedimos su opinión atendiendo a aspectos tales como si las actividades se acomodan a la metodología de Montessori, así como si consideraban que eran útiles para trabajar con fonemas y palabras, además de conocer su percepción sobre la experiencia que tuvieron los niños con las actividades. También les consultamos su opinión sobre las posibilidades de usar la Tablet en clase como un dispositivo tecnológico adicional.

5.4.3 Proceso de extracción de variables

Recogemos los datos de los niños que han finalizado al menos el 75% del entrenamiento, es decir, 9 sesiones. Nuestro equipo de investigación procesa los logs con las acciones de cada niño para obtener las variables. Así, las variables obtenidas tienen una relación directa con la metodología Montessori, pudiendo agruparlas en tres tipos: tiempo, interacción y errores.

En el primer grupo tenemos en cuenta las variables tiempo total y tiempo medio entre interacciones. Montessori busca dar autonomía de tiempo al niño, pudiendo estar el tiempo que considere necesario para realizar la actividad. Al tratarse de actividades simples, establecemos una duración máxima de 15 minutos, y además recogemos estas variables para observar los tiempos de los niños dentro de la libertad que ofrece Montessori.

En el grupo de variables de interacción incluimos los taps y los drag & drop. Para diseñar “Emparejando Palabras” como una aplicación de Tablet, hemos tenido en cuenta dos tipos de interacción, el tap al pulsar sobre una imagen/texto, y el drag & drop para arrastrarlo hasta el lado de la tarjeta. En el caso de “Tarjetas y Sonidos”, el diseño para de esta actividad está basado en

dos tipos de taps, el que se realiza sobre cada cajón para saber que fonema es, y el que se hace sobre el objeto para escuchar por que fonema empieza. El gesto de llevar el objeto al cajón se traduce con una interacción de drag & drop.

Por último, el grupo de errores contiene las variables Errores y Errores consecutivos. Teniendo en cuenta que Montessori evita cualquier tipo de feedback, las variables "Errores" y "Errores consecutivos" se utilizaron como indicadores de progreso de cada niño. Por tanto, definimos las siguientes variables:

- **Tiempo Total:** Tiempo expresado en minutos que tardó el alumno en completar la actividad.
- **Tiempo Medio:** Tiempo medio en segundos que transcurrió entre las interacciones que realiza el alumno durante la sesión.
- **Toques (Tap):** Número de toques que realizó el alumno durante la sesión. En la actividad Caja Sonidos esta variable está dividida en:
 - **Toques Fonemas:** Número de toques de tipo fonema.
 - **Toques Palabras:** Número de toques de tipo palabra.
- **Drag & drop:** Número de arrastres que realizó el alumno durante la sesión.
- **Fallos:** Número de errores que cometió el alumno durante la sesión.
- **Fallos Consecutivos:** Máximo de errores consecutivos que cometió el alumno durante la sesión.

5.4.4 Análisis de datos

Para analizar los datos, un experto en análisis de datos y otro en interacción codificaron las variables en una hoja excel y realizaron los análisis con SSPS Statistics 24. Dichas variables nos dan la posibilidad de realizar un análisis estadístico. Un estudio intra-sujeto con un pretest y un posttest, nos permite verificar el cambio en la eficiencia de uso en las actividades dentro del mismo grupo. Para cada actividad y en cada grupo, implementamos la prueba T pareada entre las variables del pretest y el posttest. Una prueba T no pareada inter-sujetos de las variables entre los grupos, nos ofrecen los resultados suficientes para afirmar si existe o no la generalización en la interacción tras el uso de las actividades. Para cada actividad, hicimos una comparación de las variables del pretest entre estudiantes con TC y estudiantes sin TC usando la prueba T no pareada; también llevamos a cabo la comparación entre los grupos, pero tomamos el posttest como referencia. Además, para determinar la significación estadística, empleamos la *d* de Cohen. Para interpretar el tamaño del efecto, utilizamos los criterios tradicionales establecidos por Cohen (1988) donde $d = 0.20$ es un tamaño pequeño, $d = 0.50$ es un tamaño medio y $d = 0.80$ es un tamaño grande.

Por último, analizamos las entrevistas de los profesores con metodoualitativos (Bogdan y Biklen, 2007) a partir de las transcripciones que teníamos disponibles. Los investigadores trabajaron de forma independiente con la transcripción de las entrevistas siguiendo el enfoque de análisis temático (Maguire y Delahunt, 2017), con el fin de encontrar evidencias que apoyen el objetivo de nuestra investigación. Además, consultamos con los profesores para confirmar la interpretación y discusión de los resultados, logrando así la veracidad del estudio realizado (Golafshani, 2003).

5.5 Resultados

Después de hacer el análisis de datos y procesar las entrevistas, hemos obtenido algunos resultados con los que hemos tratado de determinar la validez de nuestros objetivos de investigación. En las tablas 12 y 13, se presentan los estadísticos descriptivos para las actividades "Emparejando Palabras" y "Tarjetas y Sonidos" para cada grupo (con TC y sin TC) antes y después del entrenamiento. Además, mostramos un diagrama de barras comparativo con los valores de las variables estandarizadas (Media = 0 y SD = + -1) para cada grupo y actividad (Figuras 27, 28, 29 y 30).

	Grupo con TC (N=81)			Grupo sin TC (N=85)		
	M	DT	Rango	M	DT	Range
Pretest						
<i>Tiempo Total</i>	1.55	1.10	0.43 - 7.37	1.40	0.86	0.45 - 6.75
<i>Tiempo Medio</i>	2.41	1.75	0.77 - 13.81	2.22	1.40	0.77 - 11.91
<i>Toques</i>	39.49	7.68	32 - 78	38.99	7.05	32 - 76
<i>Drag & Drops</i>	20.57	6.00	15 - 51	19.82	5.02	15 - 46
<i>Fallos</i>	1.93	2.39	0 - 11	2.16	2.40	0 - 13
<i>Fallos Consecutivos</i>	0.99	1.23	0 - 8	1.16	1.04	0 - 6
Posttest						
<i>Tiempo Total</i>	1.16	0.71	0.45 - 4.84	1.33	1.21	0.42 - 7.69
<i>Tiempo Medio</i>	1.86	1.03	0.64 - 6.29	2.14	1.66	0.75 - 11.18
<i>Toques</i>	38.07	5.80	32 - 59	37.26	7.06	32 - 87
<i>Drag & Drops</i>	18.95	4.22	15 - 38	18.79	6.34	15 - 68
<i>Fallos</i>	2.12	2.16	0 - 8	1.47	1.52	0 - 8
<i>Fallos Consecutivos</i>	1.15	1.15	0 - 7	0.86	0.80	0 - 3

Capítulo 5. Estudio comparativo de la interacción con la tecnología móvil entre niños con y sin trastornos de comunicación

Tabla 12. Estadísticos descriptivos para la actividad “Emparejando Palabras”. Muestra los valores de Media (M), Desviación Típica (SD) y Rango (Máximo-Mínimo) para cada variable y cada grupo, en el pretest y posttest

	Grupo con TC (N=89)			Grupo sin TC (N=97)		
Pretest	M	DT	Rango	M	DT	Rango
<i>Tiempo Total</i>	1.88	1.55	0.41 - 9.25	1.55	0.99	0.47 - 5.92
<i>Tiempo Medio</i>	2.25	1.74	0.53 - 11.81	2.00	1.08	0.71 - 6.84
<i>Toques Fonemas</i>	5.61	5.00	0 - 25	7.96	7.69	4 - 65
<i>Toques Palabras</i>	24.44	8.91	16 - 63	21.02	5.93	16 - 51
<i>Drag & Drops</i>	49.52	13.53	33 - 103	46.48	12.19	36 - 116
<i>Fallos</i>	3.47	3.54	0 - 14	1.51	2.38	0 - 11
<i>Fallos Consecutivos</i>	1.49	1.53	0 - 7	0.89	1.22	0 - 6
Posttest						
<i>Tiempo Total</i>	1.30	1.44	0.41 - 11.78	0.97	0.71	0.41 - 4.09
<i>Tiempo Medio</i>	1.79	2.14	0.57 - 18.13	1.33	0.77	0.55 - 5.58
<i>Toques Fonemas</i>	4.57	4.15	0 - 25	5.82	3.79	4 - 31
<i>Toques Palabras</i>	21.55	5.78	16 - 46	19.67	5.58	16 - 48
<i>Drag & Drops</i>	44.89	9.44	34 - 81	43.02	10.68	36 - 103
<i>Fallos</i>	2.76	3.38	0 - 15	1.53	2.50	0 - 13
<i>Fallos Consecutivos</i>	1.12	1.06	0 - 5	0.98	1.51	0 - 9

Tabla 13. Estadísticos descriptivos para la actividad “Tarjetas y Sonidos”. Muestra los valores de Media (M), Desviación Típica (SD) y Rango (Máximo-Mínimo) para cada variable y cada grupo, en el pretest y posttest

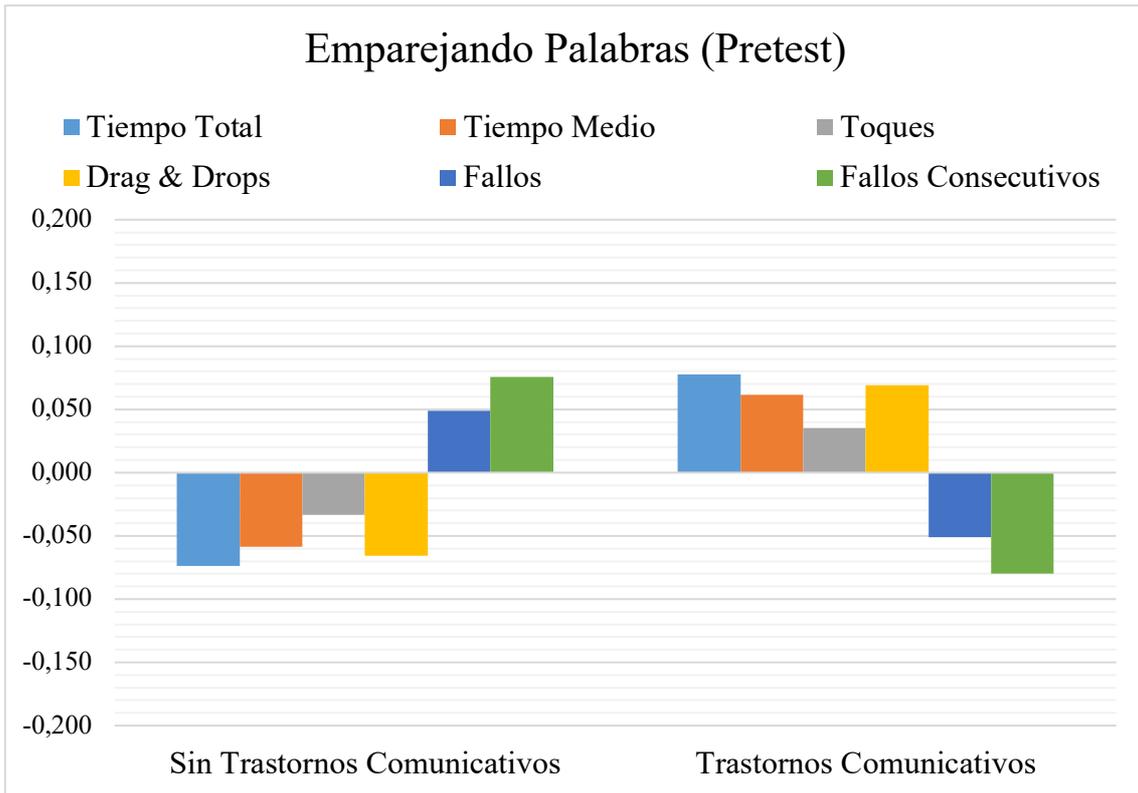


Figura 27. Variables del pretest de la actividad “Emparejando Palabras”

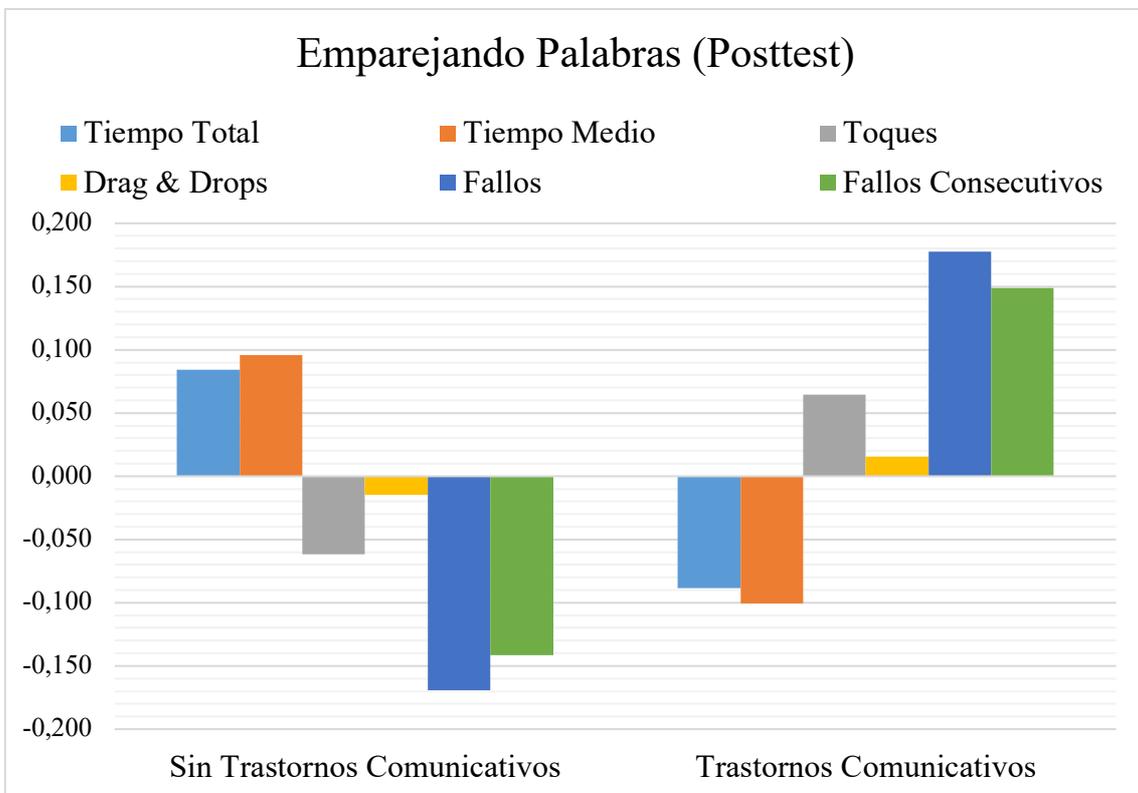


Figura 28. Variables del posttest de la actividad “Emparejando Palabras”

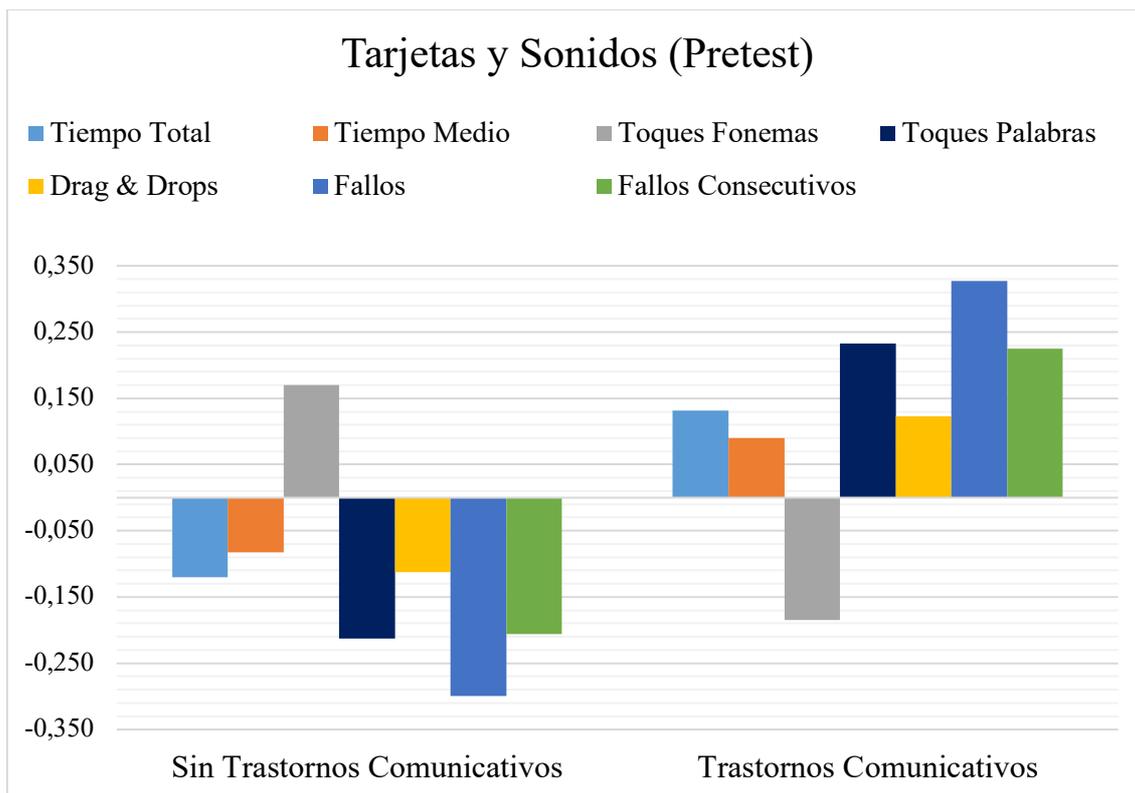


Figura 29. Variables del pretest de la actividad “Tarjetas y Sonidos”

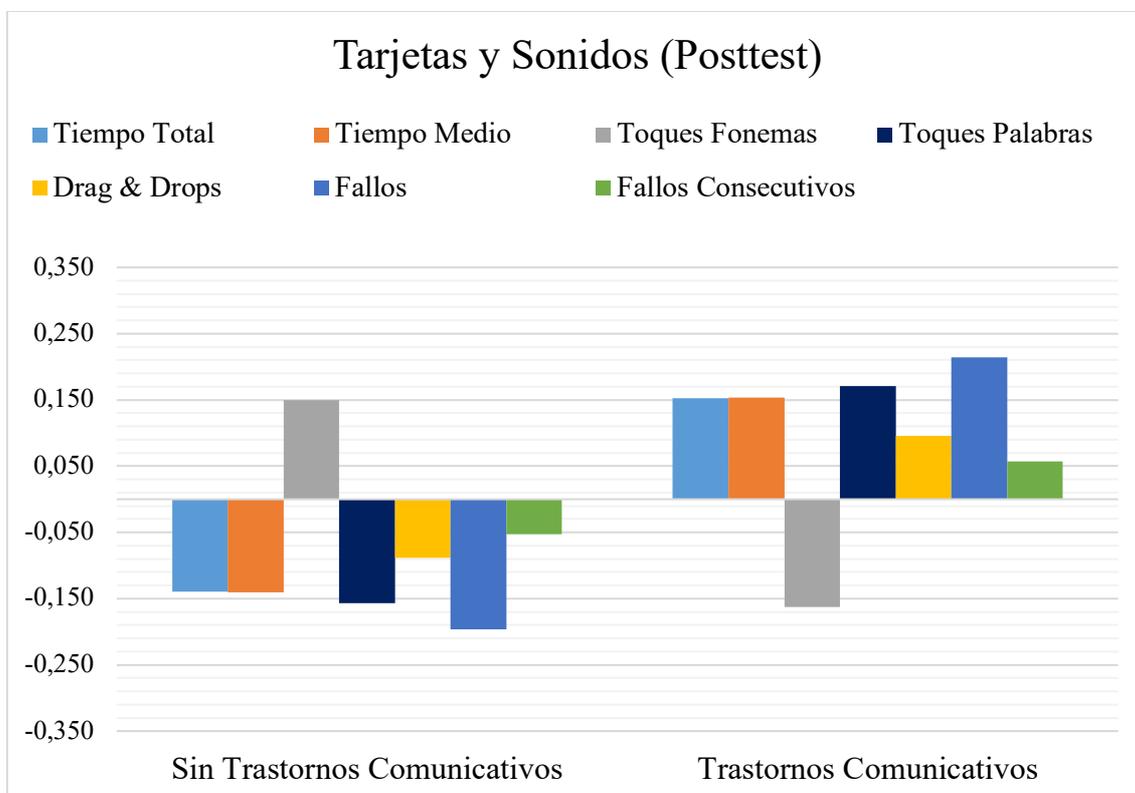


Figura 30. Variables del posttest de la actividad de “Tarjetas y Sonidos”

Objetivo 1: Cambio en la eficiencia para cada grupo

En la actividad “**Emparejando Palabras**” para el grupo sin TC la prueba T para muestras relacionadas encontró diferencias significativa en las variables: *Fallos* [$t(84) = 2.478$; $p < 0.05$; $d = 0.27$] y *Fallos Consecutivos* [$t(84) = 2.34$; $p < 0.05$; $d = 0.25$]. La misma prueba aplicada al grupo con CD encontró diferencias significativas en las siguientes variables: *Tiempo Total* [$t(80) = 4.074$; $p < 0.05$; $d = 0.45$], *Tiempo Medio* [$t(80) = 3.649$; $p < 0.05$; $d = 0.41$] y *Drag & Drops* [$t(80) = 2.384$; $p < 0.05$; $d = 0.33$].

En la actividad “**Tarjetas y Sonidos**” para el grupo sin TC la prueba T para muestras relacionadas arrojó diferencias significativas en las variables: *Tiempo Total* [$t(96) = 5.702$; $p < 0.05$; $d = 0.58$], *Tiempo Medio* [$t(96) = 6.094$; $p < 0.05$; $d = 0.62$], *Toques Fonemas* [$t(96) = 2.417$; $p < 0.05$; $d = 0.25$], *Toques Palabras* [$t(96) = 2.036$; $p < 0.05$; $d = 0.20$] y *Drag & Drops* [$t(96) = 2.377$; $p < 0.05$; $d = 0.24$]. La misma prueba aplicada al grupo con CD encontró diferencias significativas en las variables: *Tiempo Total* [$t(88) = 2.906$; $p < 0.05$; $d = 0.31$], *Toques Palabras* [$t(88) = 2.85$; $p < 0.05$; $d = 0.30$], *Drag & Drops* [$t(88) = 2.967$; $p < 0.05$; $d = 0.40$], *Fallos* [$t(88) = 2.141$; $p < 0.05$; $d = 0.23$] y *Fallos Consecutivos* [$t(88) = 2.024$; $p < 0.05$; $d = 0.21$].

Objetivo 2: Generalización de la interacción entre ambos grupos

En la actividad “**Emparejando Palabras**” no se han encontrado diferencias significativas entre los grupos al comenzar el entrenamiento. Sin embargo, tras completar el entrenamiento la prueba T halló diferencias significativas en la variable *Fallos* [$M_{con} = 2.12$; $M_{sin} = 1.47$; $t(143.28) = -2.241$; $p < 0.05$; $d = 0.34$].

En la actividad “**Tarjetas y Sonidos**” al comenzar el entrenamiento, la prueba T encontró diferencias significativas entre los grupos en las variables *Fallos* [$M_{con} = 3.47$; $M_{sin} = 1.51$; $t(152.12) = -4.412$; $p < 0.05$; $d = 0.65$], *Toques Fonemas* [$M_{con} = 5.61$; $M_{sin} = 7.96$; $t(184) = 2.448$; $p < 0.05$; $d = 0.36$], *Toques*

Palabras [$M_{\text{con}} = 24.44$; $M_{\text{sin}} = 21.02$; $t(151.18) = -3.052$; $p < 0.05$; $d = 0.45$] y *Fallos Consecutivos* [$M_{\text{con}} = 1.49$; $M_{\text{sin}} = 0.89$; $t(168.37) = -2.974$; $p < 0.05$; $d = 0.43$]. **Tras completar el entrenamiento** la prueba T halló diferencias significativas en las variables: *Tiempo Total* [$M_{\text{con}} = 1.30$; $M_{\text{sin}} = 0.97$; $t(184) = -2.008$; $p < 0.05$; $d = 0.29$], *Toques Fonemas* [$M_{\text{con}} = 4.57$; $M_{\text{sin}} = 5.82$; $t(184) = 2.15$; $p < 0.05$; $d = 0.31$], *Toques Palabras* [$M_{\text{con}} = 21.55$; $M_{\text{sin}} = 19.67$; $t(184) = -2.256$; $p < 0.05$; $d = 0.33$] y *Fallos* [$M_{\text{con}} = 2.76$; $M_{\text{sin}} = 1.53$; $t(161.35) = -2.821$; $p < 0.05$; $d = 0.42$].

Hallazgos obtenidos de las entrevistas con los profesores

Durante las entrevistas, los profesores nos han confirmado el uso de las actividades como material de apoyo para trabajar con fonemas y palabras:

“Emparejando Palabras proporciona conciencia de la palabra sin que sea necesario conocer su ortografía a este nivel, ya que solo es necesario comparar formas. Con “Tarjetas y Sonidos”, los niños pueden reconocer los sonidos vocales y consonantes que tiene cada palabra y así descubrir los diferentes sonidos”.

Con referencia a la adaptación de las actividades a la metodología Montessori, los profesores declaran que ambas actividades siguen el Método Montessori, destacando el aprendizaje sin errores:

“Es imposible tocar físicamente los materiales Montessori, pero es posible elegir, arrastrar y soltar elementos. La retroalimentación es natural y mínimamente invasiva, y el objeto vuelve a su posición inicial en caso de error”.

Los profesores consideran que “la experiencia de los niños con y sin TC con ambas actividades fue positiva”. Aprecian “la autonomía que les da la Tablet en comparación con el método tradicional”, aunque subrayan que esto depende de la situación específica de cada niño. Declaran que la Tablet es un dispositivo de apoyo para ser utilizado en clase, pero no siendo el único.

“La Tablet debe usarse junto con otros tipos de estrategias y materiales tradicionales para que el niño pueda generalizar su aprendizaje”.

5.6 Discusión e interpretación de resultados

Para analizar los resultados obtenidos, es necesario tener en cuenta que existen diferencias en la complejidad de ambas actividades. A nivel teórico, la segunda actividad ("Tarjetas y Sonidos") es bastante más compleja porque, su uso implica elegir entre 23 casillas, pero en la primera ("Emparejando Palabras") solo entre 2. Además, "Tarjetas y Sonidos" requiere hacer coincidir la imagen mediante el sonido inicial de su nombre con el cuadro correspondiente a este sonido, mientras que la actividad "Emparejando Palabras" solo requiere hacer coincidir las mismas imágenes, y las palabras con la misma grafía.

A pesar de las diferencias en la complejidad de las actividades, tanto los niños con problemas de comunicación como sin ellos, acaban ambas actividades. Este resultado puede deberse a que los niños de 5-6 años son más precisos y rápidos en las interacciones llevadas a cabo gracias al desarrollo de sus capacidades cognitivas y motrices (Vatavu et al., 2015). Con este estudio, nos hemos dado cuenta de que, en el caso de los niños con TC, las interacciones también han mejorado, especialmente en el caso de Drag & Drop. También puede estar motivado por las explicaciones que los profesores ofrecen en la entrevista, donde indican que “las actividades ayudan a desarrollar el método Montessori, el cual no comprende sólo los materiales, sino también la manera de utilizarlos”. En este sentido consideran que “los materiales de Montessori son tarjetas o cajas y en la actividad aparecen tarjetas and cajones con una analogía similar a los materiales físicos” y que la modalidad de interacción con taps y drag & drop es útil para los niños (Crescenzi-Lanna et al., 2014), simulando un “comportamiento bastante cercano del niño con los materiales Montessori”. Además, resaltan que la manera de evitar el feedback en las

actividades, respeta en todo momento la metodología Montessori donde “no existe el error y se mantiene sin alterar la autoestima del niño”.

Objetivo 1: Cambio en la eficiencia para cada grupo

Los resultados para este primer objetivo revelan que para la actividad “Emparejando Palabras”, la eficiencia de uso cambia para ambos grupos. Ahondando más en detalle en las variables, descubrimos que, tras el entrenamiento, el grupo sin TC comete menos errores tanto totales como consecutivos, pero con un tamaño de efecto pequeño. La disminución de errores es debida a que, tras el entrenamiento, los niños adquieren el léxico; pero el tamaño de efecto pequeño nos indica que no han necesitado estrategias adicionales para lograrlo, lo cual es lógico porque no presentan problemas de comunicación. Los resultados en las variables de tipo error, nos indican que el modelo de interacción planteado en la actividad y basado en acciones tap, drag & drop y sin un feedback de acuerdo al método Montessori, favorece un progreso en la adquisición del léxico para el grupo sin TC.

Sin embargo, el grupo con TC completa la actividad en menos tiempo, con un tiempo menor de respuesta entre las interacciones y un menor número de drag & drop. Este resultado nos hace pensar que, para los niños con TC, los estímulos visuales y auditivos tienen un impacto positivo tal y como indican Cibrian et al. (2017) en casos de autismo, y que puede llegar a proporcionarles una estimulación sensorial más rica. Además, aunque no existan diferencias significativas en las variables de errores, el ligero incremento de sus medias nos indica que los niños con problemas de comunicación pueden encontrar abrumadora la naturaleza multisensorial, en la misma línea mostrada por otros estudios (Putnam y Chong, 2008; Bartoli et al., 2013). Por tanto, en el grupo con TC, se puede observar el cambio de la eficiencia de uso y que han desarrollado la estrategia necesaria para utilizar la actividad, tal y como mencionan los docentes durante las entrevistas.

Respecto a la actividad de “Tarjetas y Sonidos”, tras el entrenamiento, el grupo sin TC tarda menos tiempo tanto, en realizar la actividad como entre las interacciones, con un tamaño de efecto medio. Además, realizan menos drag & drop y menos toques tanto en los fonemas como en las palabras con un tamaño de efecto pequeño. En las variables de los errores, no hay diferencias significativas. Estos resultados nos indican que estos niños tienen un número de errores similares, pero que son más precisos a la hora de interaccionar con la actividad tanto en el tiempo que tardan, como en las interacciones que realizan. Es decir, existe un cambio en la eficiencia de uso para el grupo sin TC. Los niños con TC tardan menos tiempo, hacen menos toques en palabras, realizan menos drag & drops y cometen menos errores, todo ello con un tamaño de efecto pequeño. Para este grupo también hay un cambio en la eficiencia de uso, pero con matices diferentes al grupo sin TC. En concreto, la reducción de errores muestra que los niños adquieren el vocabulario; la reducción de los taps y drag & drop confirma dicha adquisición, pero también dedican menos tiempo, es decir, los niños son más precisos al usar la aplicación. Por tanto, hay un cambio en la eficiencia de uso. El tamaño pequeño en todas las variables y, en concreto, en drag & drop, nos ha hecho pensar que, para esta actividad, los niños han tenido que desarrollar estrategias adicionales, pero no con el mismo tamaño de efecto que en el caso de las “Nomentaclaturas”. Este resultado puede explicarse debido a la existencia de los estímulos visuales y auditivos adecuados, tal como vimos previamente en el estudio de Cibrian et al. (2017) en niños con autismo.

Objetivo 2: Generalización de la interacción entre ambos grupos

Antes del entrenamiento, en la actividad de “Emparejando Palabras”, los resultados nos indican que no hay diferencias entre ambos grupos. Después del entrenamiento, ambos grupos cometen menos errores, pero en este caso si se observa una diferencia entre ambos, cometiendo menos errores los niños sin TC. Este resultado confirma que los niños con TC necesitan estrategias

adicionales para usar la actividad. Este dato nos lo corroboran las entrevistas, donde una de las profesoras nos comenta la necesidad de dar indicadores explícitos en la interacción, por ejemplo: “salir de la misma cuando han acabado porque los niños sin TC lo hacen, pero los niños con TC puede que no lo hagan”.

En la actividad “Tarjetas y Sonidos”, antes del entrenamiento, el grupo con TC interactúa más con las palabras y menos con los fonemas, cometiendo más errores totales y consecutivos en comparación con el grupo sin TC, con un tamaño de efecto medio en la variable Errores. Este resultado se explica en las entrevistas con los profesores, quienes comentan que los niños con TC hacen más toques en palabras y menos en fonemas por “su falta de vocabulario y, por la misma razón, cometen más errores”. Después del entrenamiento, el grupo con TC dedica más tiempo y comete más errores, aunque su valor se reduce; hacen más toques en palabras y menos en fonemas. Los resultados muestran que siguen cometiendo más errores por falta de vocabulario y porque dedican más tiempo. Por tanto, en comparación con los niños sin TC, los niños con problemas de comunicación necesitan más tiempo para realizar la actividad debido al nivel de dificultad en la adquisición de vocabulario y la necesidad de estrategias adicionales (German, 2016) para superar sus dificultades de lenguaje (Allor et al., 2001). En el caso de niños con TC, la adquisición de vocabulario con la tablet debe complementarse con otro tipo de estrategias de intervención, tal y como sugirieron los docentes durante las entrevistas. La asociación de sonidos fonológicos y palabras con imágenes ha demostrado ser una estrategia válida para abordar las dificultades del lenguaje de los niños con TC (Frutos et al., 2011; Wing Clara S., 1990). Nuestras actividades implementan este tipo de asociación con el apoyo de la Tablet, junto con un conjunto de contenidos cerrados referidos a objetos de la vida cotidiana en lugar de propuestas que incluyan contenidos más abiertos adaptables a cada niño (Winoto y Tang, 2017).

Los indicios encontrados en “Emparejando Palabras” nos llevan a considerar que existe una generalización en la interacción, a excepción de la variable Errores. En cambio, en “Tarjetas y Sonidos” sólo encontramos el drag & drop como variable a generalizar. Cada grupo tiene unas características específicas y parece necesaria la adaptación de la interfaz a esas necesidades. Las entrevistas con las profesoras arrojan más datos a esta cuestión, aunque la tablet permite una mayor autonomía, con estímulos visuales y auditivos que permiten que haya una menor asistencia por parte del cuidador (Schaaf et al., 2014). Sin embargo, en el caso de los niños con TC, es necesario brindarles más orientación porque necesitan estrategias adicionales para interactuar, ya que es posible que “no sepan abandonar una actividad”. Por último, las profesoras consideran que “las actividades para los niños con problemas de comunicación facilitan una intervención que ayude a solucionar sus problemas, mientras que para los niños sin TC permite trabajar habilidades que ayuden a prevenir que en un futuro aparezcan problemas de comunicación”.

Capítulo 6

Conclusiones

Hasta el momento, los dispositivos móviles se habían utilizado dentro del ámbito del trastorno autista con el objetivo de que los estudiantes adquirieran determinadas competencias, pero no como un elemento que pueda ayudar y apoyar a los docentes para evaluar y modelar el comportamiento de los estudiantes en sus aulas. Hemos presentado dmTEA como un escenario diferente de aplicación de aprendizaje móvil, así como su uso y aplicabilidad en la evaluación y el modelado de conductas en casos de necesidades educativas especiales, más en concreto, de alumnos con problemas de conducta y lenguaje. Además, dmTEA es una tecnología móvil que permite la evaluación del espectro autista basándose en el inventario de IDEA.

El uso experimental de dmTEA en dos casos de estudio, nos permite afirmar que es una herramienta que ayuda a la hora de evaluar las posibilidades educativas de este tipo de alumnos además de ofrecer al docente la información necesaria -basada en las puntuaciones de cada dimensión reflejadas en IDEA- para realizar una posible intervención. Además, el diseño de las tareas en dmTEA beneficia el modelado del comportamiento de los estudiantes, lo que finalmente da lugar a una adecuada comprensión de la tarea, así como su correcta ejecución por parte de los estudiantes.

Basándonos en los resultados obtenidos en nuestra primera investigación, buscamos dar un paso más allá en el tratamiento de los problemas del autismo, centrándonos en las dimensiones de los trastornos comunicativos. “Cadena de Palabras” es una aplicación diseñada para esta área funcional en concreto. En ella se busca trabajar y mejorar las tres dimensiones del lenguaje, así como el

bloque de comunicación de IDEA. Además, “Cadena de palabras” ofrece una flexibilidad para gestionar los diferentes contenidos de las tareas que no se encontraban en otras aplicaciones, facilitando la gestión de los recursos de las actividades que pueden considerarse adecuadas y adaptables a cada niño durante un período de tiempo.

Con esta segunda investigación hemos demostrado que, para los niños con déficit de comunicación, las tecnologías móviles permiten un progreso gradual en la adquisición de vocabulario y en la construcción frases. Ofrecen ventajas sobre métodos más tradicionales como PECS o las presentaciones en PowerPoint por su flexibilidad a la hora de crear contenidos, así como la motivación que producen. La interacción táctil permite un estilo de manipulación directo con referencia a objetos emparejados con palabras que, en ocasiones es más complejo en herramientas manipulables más clásicas. Adicionalmente, cada niño con autismo es un caso único, y el uso de una tablet por parte de los maestros añade la posibilidad de flexibilizar el contenido. De esta forma, los expertos son capaces de adaptar e incluso personalizar el soporte visual a cada caso concreto, junto con el refuerzo de audio y vídeo que ofrecen las aplicaciones.

A pesar de que alrededor del 8% de la población padece trastornos comunicativos, son pocos los estudios que analizan cómo los niños con problemas de comunicación interactúan con las tecnologías móviles. En el último trabajo, basado en dos estudios con niños con y sin Trastornos de Comunicación, hemos analizado comparativamente la interacción de estos grupos. Para ello, hemos desarrollado dos actividades basadas en la metodología de Montessori, que abordan las habilidades de lectura y escritura con el apoyo de una Tablet. La actividad “Emparejando Palabras” trabaja con palabras sin que sea necesario conocer la escritura de las mismas. “Tarjetas y Sonidos” proporciona conciencia fonológica con el propósito de que el niño sea consciente de los diferentes sonidos presentes en las palabras.

La comparativa revela que, ambos grupos no interactúan de la misma manera, existiendo diferencias en la interacción entre los niños con y sin Trastornos de Comunicación (TC). Después de trabajar con “Emparejando Palabras” y “Tarjetas y Sonidos”, los niños de ambos grupos muestran un cambio en la eficiencia de uso en ambas actividades; es decir, tras un periodo de interacción, los niños cambian tanto la forma y tiempo de uso. Los resultados en la generalización de la interacción para ambas actividades nos han hecho pensar que no existe una similitud clara y definida en las interacciones entre ambos grupos. Además, el análisis de la eficiencia de uso y de la generalización arroja evidencias de que los niños con problemas de comunicación requieren estrategias adicionales, necesitando indicadores explícitos en la interacción que les sirva de guía, como, por ejemplo, “dejar una actividad cuando ha terminado”.

A pesar de las diferencias encontradas, esta investigación nos ha llevado a concluir que la interacción directa y sin elementos intermedios que ofrecen los dispositivos móviles es adecuada para trabajar habilidades específicas de niños con TC, así como para realizar intervenciones en el área funcional de la comunicación en niños con TEA. Para los niños con trastornos de la comunicación, el uso correcto de los estímulos visuales y auditivos proporciona una estimulación sensorial más rica, como ocurre en la actividad “Tarjetas y Sonidos”. Sin embargo, este tipo de estímulos han de ser adecuadamente usados, porque en el caso de niños con Trastornos de la Comunicación puede incluso sobresaturarlos como ocurre en la actividad de “Emparejando Palabras”.

A continuación, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se presentan las diferentes líneas de trabajo futuro derivadas de la tesis.

6.1 Trabajo futuro

El trabajo futuro que se presenta a continuación, persigue completar las herramientas desarrolladas a lo largo de la tesis, permitiendo su uso en un mayor rango usuarios con diferentes trastornos, además de los comunicativos en los que nos enfocamos.

En primer lugar, buscaremos incluir los cuatro niveles existentes de autismo (Kanner, regresivo, de alto funcionamiento y Asperger), con el fin de poder generalizar el comportamiento observado a situaciones que no fueron examinadas. También se buscará completar dmTEA con todas las dimensiones reflejadas dentro IDEA e incluir más tareas; un mayor desarrollo del sistema de diagnóstico para facilitar la gestión actual de los informes de los expertos, y crear nuevas actividades que puedan progresivamente ayudar en el tratamiento con trastornos. Finalmente, se añadirán otros instrumentos de evaluación para niñas y niños a partir de los 2 años, como CARS (Childhood Autism Rating Scale) o ADOS (Autism Diagnostic Observation Schedule) que, además del diagnóstico de autismo, abren la posibilidad de utilizar la aplicación para otro tipo de especialidades necesidades educativas.

En el caso de “Cadena de palabras”, los profesores nos han dicho que es una herramienta con un alto potencial para afrontar problemas comunicativos relacionados con las habilidades sociales. Así, se realizarán nuevas investigaciones para determinar si los niños comienzan a comunicarse por sí mismos al utilizar la aplicación, así como para reforzar la capacidad de expresar sus necesidades básicas. Además, hemos considerado agregar un módulo de análisis de aprendizaje para visualizar el progreso gradual en los trastornos comunicativos del niño, lo que podría ser útil para tomar decisiones adecuadas y en tiempo real a lo largo del proceso.

Por último, desarrollaremos nuevas actividades Montessori (por ejemplo, el Alfabeto Móvil) con una interacción similar a las aquí descritas, y

comprobándolas con más muestras para generalizar los resultados obtenidos. La inclusión de nuevas actividades también dará lugar a nuevas variables de interacción que darán pistas para el desarrollo de actividades más complejas desde el punto de vista de la usabilidad. Otra línea futura de la aplicación de Montessori consistirá en ampliar la muestra y analizar más parámetros de uso de las actividades con técnicas de Machine Learning que nos permitirá tener más información sobre los procesos cognitivos de las personas con problemas de comunicación. Este enfoque nos permitiría desarrollar interfaces más usables para este colectivo y, además, más adaptadas a sus características, necesidades e incluso intereses. También se realizará un estudio transcultural en la misma línea propuesto por Farinosi et al. (2016) con el fin de investigar las similitudes y diferencias en las interacciones y en la implementación de las actividades Montessori entre diferentes países. Finalmente, se implementará un gestor de contenidos abierto que permita adaptar los objetivos de cada actividad a las necesidades específicas de cada niño, de forma similar al realizado en “Cadena de Palabras” para ayudar también en el trabajo del profesor.

Apéndice A

Resultados de cada actividad de “Cadena de Palabras” por niño y por sesión

Sesión	Niños										
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11
1	7.50	7.78	8.75	8.13	4.74	-	5.31	8.13	9.06	8.13	8.13
2	3.75	9.17	6.55	8.00	7.14	6.25	0.63	10.0	8.13	10.0	6.25
3	-	6.15	6.56	7.08	8.13	8.75	-	10.0	10.0	4.38	-
4	2.50	7.50	8.50	8.18	8.76	-	2.50	-	8.13	7.19	-
5	-	7.92	10.0	7.75	7.92	7.83	10.0	-	9.06	8.24	-
6	-	8.80	6.80	7.50	8.57	-	-	-	9.06	7.19	-
7	1.88	9.38	8.75	7.94	7.96	-	-	-	-	8.13	-
8	-	8.00	8.13	8.48	-	6.36	-	-	-	10.0	-
9	-	7.75	8.86	7.14	-	-	-	-	-	-	-
10	-	8.78	8.82	9.71	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 14. Puntuaciones de la actividad vocabulario por niño y sesión

Apéndice. Resultados de cada actividad de “Cadena de Palabras” por niño y por sesión

Sesión	Niños										
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11
1	7.50	-	-	-	-	4.30	6.31	3.81	6.86	3.40	4.82
2	3.28	-	-	-	-	1.35	8.85	9.89	2.23	5.63	8.29
3	4.47	-	-	-	-	6.13	5.72	8.75	5.22	-	8.84
4	4.97	-	-	-	-	5.61	8.33	7.42	-	7.02	8.56
5	8.05	-	-	-	-	5.97	4.03	8.54	8.69	-	-
6	5.14	-	-	-	-	2.33	-	-	9.63	2.94	-
7	5.47	-	-	-	-	4.66	-	-	-	10.0	-

Tabla 15. Puntuaciones de la actividad oraciones por niño y sesión

Apéndice B

Datos de “Cadena de Palabras”

Variable	Opción	Significado
<i>ID</i>	-	Identificador del niño
<i>Edad</i>	-	Edad del niño
<i>Actividad</i>	Frases	Actividad de oraciones
	Vocabulario	Actividad de vocabulario
<i>F/P/C</i>	-	Frase, palabra o categoría seleccionada
<i>Frase</i>	-	Frase construida por el niño
<i>Tipo</i>	1 - 12	Dificultad de la oración
	Categoría	Selección de categoría de vocabulario
	Vocabulario	Vocabulario con validación automática
<i>Pantalla</i>	Vocabulario-M	Vocabulario con validación manual
	Espontánea	Pronunciación de oraciones
	Construcción	Construcción de oraciones
<i>Apoyo</i>	Si / No	Uso de imágenes o sólo palabras
<i>Timestamp</i>	-	Registro temporal del evento

Tabla 16. Fichero de log “Cadena de Palabras”

Evento	Valor	Significado
<i>Inicio</i>	-	Inicio de la actividad
<i>Final</i>	-	Final de la actividad
<i>Construcción</i>	Bien	Oración bien construida
	Mal	Oración mal construida
<i>Pronunciación</i>	Bien	Palabra bien pronunciada
	Mal	Palabra mal pronunciada
<i>Selección Cat.</i>	-	Selección de categoría de vocabulario
<i>Completo</i>	-	Panel de vocabulario completo

Tabla 17. Eventos de log “Cadena de Palabras”

Apéndice C

Ficheros de datos de la tesis

- Trabajos asociados de dmTEA de donde se obtienen las tablas de resultados: <https://github.com/DavidStryfe/dmtea>
- Ficheros de datos recogidos asociados a “Cadena de Palabras”: <https://github.com/DavidStryfe/cadenadepalabras>
- Ficheros de datos recogidos asociados a “Emparejando Palabras” y “Tarjetas y Sonidos”: <https://github.com/DavidStryfe/montessori>

Apéndice D

Publicaciones

A continuación, se detalla la disseminación científica de esta tesis doctoral, tanto en publicaciones, como en congresos.

- Los siguientes artículos están publicados en revistas incluídas en el Journal Citation Reports a fecha de depósito:
 1. Cabielles-Hernández, D., Pérez-Pérez, J. R., Paule-Ruiz, M., Fernández-Fernández, S. (2017). Specialized intervention using tablet devices for communication deficits in children with autism spectrum disorders. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(2), 182-193. WOS (JCR) Categoría: COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS-SCIE Índice de impacto: 1.869 Rank: Q3 (2017)
 2. Pérez-Pérez, J. R., Cabielles-Hernández, D., Sánchez-Santillán, M., Paule-Ruiz, M. (2020). Interaction of children with and without communication disorders using Montessori activities for the tablet. *Personal and Ubiquitous Computing*. WOS (JCR) Categoría: COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS Índice de impacto: 2.0 Rank: Q3 (2019)
- Comunicación realizada en congresos relacionados con los objetivos de esta tesis:
 1. Cabielles-Hernández, D., Pérez-Pérez, J. R., Paule-Ruiz, M., Álvarez-García, V., Fernández-Fernández, S. (2014, Septiembre). dmTEA:

Mobile learning to aid in the diagnosis of autism spectrum disorders.
En *EC-TEL 2014: Open Learning and Teaching in Educational
Communities* (pp. 29-41). Graz,. Springer. Best Student Paper Award.

Referencias

Afyouni, I., Ilarri, S., Ray, C., y Claramunt, C. (2013). Context-Aware Processing of Continuous Location-Dependent Queries in Indoor Environments. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 5, 65-88. <https://doi.org/10.3233/AIS-120186>

Allor, J. H., Fuchs, D., y Mathes, P. G. (2001). Do students with and without lexical retrieval weaknesses respond differently to instruction? *Journal of Learning Disabilities*, 34(3), 264-275. <https://doi.org/10.1177/002221940103400306>

Ally, M. (2009). *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. Athabasca University Press.

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Fifth Edition). American Psychiatric Association. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>

Aresti-Bartolome, N., y Garcia-Zapirain, B. (2014). Technologies as support tools for persons with autistic spectrum disorder: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(8), 7767-7802. <https://doi.org/10.3390/ijerph110807767>

Awes, A. (2014). Supporting the Dyslexic Child in the Montessori Environment. *NAMTA Journal*, 39(3), 171-207.

Ayres, K. M., Mechling, L., y Sansosti, F. J. (2013). The Use of Mobile Technologies to Assist with Life Skills/Independence of Students with Moderate/Severe Intellectual Disability and/or Autism Spectrum Disorders: Considerations for the Future of School Psychology. *Psychology in the Schools*,

50(3), 259-271. <https://doi.org/10.1002/pits.21673>

Bernardini, S., Porayska-Pomsta, K., y Smith, T. J. (2014). ECHOES: An intelligent serious game for fostering social communication in children with autism. *Information Sciences*, 264, 41-60. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.10.027>

Bhattacharya, A., Gelsomini, M., Pérez-Fuster, P., Abowd, G., y Rozga, A. (2015, junio 23). *Designing Motion-Based Activities to Engage Students with Autism in Classroom Settings*. <https://doi.org/10.1145/2771839.2771847>

Bogdan, R., y Biklen, S. K. (2007). *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theories and Methods*. Pearson A & B.

Bondy, A., y Frost, L. A. (1994). The Picture Exchange Communication System. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 9, 1-19. <https://doi.org/10.1177/108835769400900301>

Braun, V., y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3, 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Cabielles-Hernández, D., Pérez-Pérez, J., Paule-Ruiz, M., y Fernández-Fernández, S. (2017). Specialized Intervention Using Tablet Devices for Communication Deficits in Children with Autism Spectrum Disorders. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(2), 182-193. <https://doi.org/10.1109/TLT.2016.2559482>

Cabielles-Hernández, David, Pérez Pérez, J. R., Ruíz, M., Alvarez, V., y Fernández-Fernández, S. (2014, septiembre 19). *dmTEA: Mobile Learning to Aid in the Diagnosis of Autism Spectrum Disorders*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11200-8_3

Careaga, I. G., Arribas, M. C. M., Bedia, R. C., y Paz, M. P. de la. (2009).

Evaluación de la eficacia de las intervenciones psicoeducativas en los trastornos del espectro autista. Ministerio de Ciencia e Innovación. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=770248>

Caro, K., Tentori, M., Martínez-García, A. I., y Alvelais, M. (2017). Using the FroggyBobby exergame to support eye-body coordination development of children with severe autism. *International Journal of Human-Computer Studies*, 105, 12-27. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.03.005>

Charlop, M., Le, L., y Freeman, K. (2001). A Comparison of Video Modeling with In Vivo Modeling for Teaching Children with Autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 30, 537-552. <https://doi.org/10.1023/A:1005635326276>

Charlop-Christy, M. H., Carpenter, M., Le, L., LeBlanc, L. A., y Kellet, K. (2002). Using the picture exchange communication system (PECS) with children with autism: Assessment of PECS acquisition, speech, social-communicative behavior, and problem behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 35(3), 213-231. <https://doi.org/10.1901/jaba.2002.35-213>

Chien, M.-E., Jheng, C.-M., Lin, N.-M., Tang, H.-H., Tael, P., Tseng, W.-S., y Chen, M. (2014). iCAN: A tablet-based pedagogical system for improving communication Skills of children with autism. *International Journal of Human-Computer Studies*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.06.001>

Chomsky, C. (1971). *Invented Spelling in the Open Classroom*. 21.

Cibrian, F., Peña-Ramírez, O., Ortega, D., y Tentori, M. (2017). BendableSound: An Elastic Multisensory Surface using Touch-based interactions to Assist Children with Severe Autism during Music Therapy. *International Journal of Human-Computer Studies*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.05.003>

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd

ed). L. Erlbaum Associates.

Cossentino, J. (2010). Following All the Children: Early Intervention and Montessori. *Montessori Life: A Publication of the American Montessori Society*, 22(4), 38-45.

Couse, L. J., y Chen, D. W. (2010). A Tablet Computer for Young Children? Exploring its Viability for Early Childhood Education. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(1), 75-96.
<https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782562>

Crescenzi-Lanna, L., Jewitt, C., y Price, S. (2014). The role of touch in preschool children's play and learning using iPad versus paper interaction. *Australian Journal of Language and Literacy*, 2, 89-96.

Dautenhahn, K. (2000). *Design Issues on Interactive Environments for Children with Autism*.

DeThorne, L., Aparicio Betancourt, M., Karahalios, K., Halle, J., y Bogue, E. (2015). Visualizing Syllables: Real-Time Computerized Feedback Within a Speech–Language Intervention. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(11), 3756-3763. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2274-8>

Di Fuccio, R., Ponticorvo, M., Di Ferdinando, A., y Miglino, O. (2015). *Towards Hyper Activity Books for Children. Connecting Activity Books and Montessori-like Educational Materials* (pp. 401-406).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-24258-3_31

Di Fuccio, R., Siano, G., y Marco, A. (2017). *TriPOD: A Prototypal System for the Recognition of Capacitive Widget on Touchscreen Addressed for Montessori-Like Educational Applications*. 664-676.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-56538-5_68

Druin, A., Foss, E., Hutchinson, H., Golub, E., y Hatley, Ph. D., Leshell.

(2010). *Children's roles using keyword search interfaces at home. 1*, 413-422. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753388>

Elias, T. (2011). Universal Instructional Design Principles for Mobile Learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i2.965>

Ellis, K., y Blashki, K. (2004). Toddler Techies: A Study of Young Children's Interaction with Computers. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2004(1), 77-96.

Escobedo, L., Nguyen, D., Boyd, L., Hirano, S., Rangel, A., Garcia-Rosas, D., Tentori, M., y Hayes, G. (2012). MOSOCO: A Mobile Assistive Tool to Support Children with Autism Practicing Social Skills in Real-Life Situations. *Proceedings of the 2012 ACM Annual Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/2207676.2208649>

Farinosi, M., Lim, C., y Roll, J. (2016). Book or screen, pen or keyboard? A cross-cultural sociological analysis of writing and reading habits basing on Germany, Italy and the UK. *Telematics and Informatics*, 33(2), 410-421. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2015.09.006>

Fernández-Alonso, R., Suárez-Álvarez, J., y Muñiz, J. (2012). Imputación de datos perdidos en las evaluaciones diagnósticas educativas. *Psicothema*, 24, 167-175.

Fernández-López, Á., Rodríguez-Fórtiz, M. J., Rodríguez-Almendros, M. L., y Martínez-Segura, M. J. (2013). Mobile learning technology based on iOS devices to support students with special education needs. *Computers & Education*, 61, 77-90. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.09.014>

Frutos, M., Bustos, I., Zapirain, B. G., y Zorrilla, A. M. (2011). Computer game to learn and enhance speech problems for children with autism. *2011 16th International Conference on Computer Games (CGAMES)*, 209-216.

<https://doi.org/10.1109/CGAMES.2011.6000340>

Ganz, J. B. (2007). Using Visual Script Interventions to Address Communication Skills: *TEACHING Exceptional Children*.
<https://doi.org/10.1177/004005990704000207>

Ganz, J. B., Boles, M. B., Goodwyn, F. D., y Flores, M. M. (2014). Efficacy of Handheld Electronic Visual Supports to Enhance Vocabulary in Children with ASD. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 29(1), 3-12. <https://doi.org/10.1177/1088357613504991>

Gao, Y., Gerling, K., Mandryk, R., y Stanley, K. (2014). Decreasing sedentary behaviours in pre-adolescents using casual exergames at school. *CHI PLAY 2014 - Proceedings of the 2014 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 97-106. <https://doi.org/10.1145/2658537.2658693>

García Vega, E. (2013). *Valoración funcional de un caso de autismo severo asociado a retraso mental mediante un sistema de evaluación Android*. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/18238>

García-Peñalvo, F., Miguel, A., y Pardo, S. (2015). *Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario An updated review of the concept of eLearning. Tenth anniversary*. <https://doi.org/10.14201/EKS2015161119144>

Gea-Megías, M., Medina-Medina, N., Rodríguez-Almendros, M. L., y Rodríguez-Fórtiz, M. J. (2004). Sc@ut: Platform for Communication in Ubiquitous and Adaptive Environments Applied for Children with Autism. En C. Stary y C. Stephanidis (Eds.), *User-Centered Interaction Paradigms for Universal Access in the Information Society* (pp. 50-67). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-30111-0_5

German, D. J. (2016). A Phonologically Based Strategy to Improve Word-Finding Abilities in Children: *Communication Disorders Quarterly*.

<https://doi.org/10.1177/15257401020230040301>

Gerosa, M., Giuliani, D., Narayanan, S., y Potamianos, A. (2009). A review of ASR technologies for children's speech. *Proceedings of the 2nd Workshop on Child, Computer and Interaction - WOCCI '09*, 1-8. <https://doi.org/10.1145/1640377.1640384>

Golafshani, N. (2003). Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *The Qualitative Report*, 8(4), 597-606.

Gómez-Aguilar, D. A., Hernández-García, Á., García-Peñalvo, F. J., y Therón, R. (2015). Tap into visual analysis of customization of grouping of activities in eLearning. *Computers in Human Behavior*, 47, 60-67. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.001>

Hasselbring, T. S., y Glaser, C. H. W. (2000). Use of Computer Technology to Help Students with Special Needs. *The Future of Children*, 10(2), 102-122. <https://doi.org/10.2307/1602691>

Hawkrigde, D. G., Vincent, T., y Hales, G. (1985). *New Information Technology in the Education of Disabled Children and Adults*. College-Hill Press.

Hayes, G. R., Hirano, S., Marcu, G., Monibi, M., Nguyen, D. H., y Yeganyan, M. (2010). Interactive visual supports for children with autism. *Personal and Ubiquitous Computing*, 14(7), 663-680. <https://doi.org/10.1007/s00779-010-0294-8>

Hourcade, J., Bullock-Rest, N., y Hansen, T. (2012). Multitouch tablet applications and activities to enhance the social skills of children with autism spectrum disorders. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16, 157-168. <https://doi.org/10.1007/s00779-011-0383-3>

Husni, E. y Budianingsih. (2013). Mobile Applications BIUTIS: Let's Study

Vocabulary Learning as a Media for Children with Autism. *Procedia Technology*, 11, 1147-1155. <https://doi.org/10.1016/j.protecy.2013.12.307>

Kohn, A. (1993). Punished by Rewards—(Book). *Alfie Kohn*. <https://www.alfiekohn.org/punished-rewards/>

Leijdekkers, P., Gay, V., y Wong, F. (2013). CaptureMyEmotion: A mobile app to improve emotion learning for autistic children using sensors. *Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 381-384. <https://doi.org/10.1109/CBMS.2013.6627821>

Lerna, A., Esposito, D., Conson, M., y Massagli, A. (2014). Long-term effects of PECS on social-communicative skills of children with autism spectrum disorders: A follow-up study. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 49(4), 478-485. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12079>

Levy, E. (2015, marzo 30). *Reading and Writing Apps for Kids*. New York Family. <https://www.newyorkfamily.com/reading-writing-and-swiping/>

Lillard, A., y Else-Quest, N. (2006). Evaluating Montessori Education. *Science (New York, N.Y.)*, 313, 1893-1894. <https://doi.org/10.1126/science.1132362>

Lillard, A. S. (2013). Playful Learning and Montessori Education. *American Journal of Play*, 5(2), 157-186.

Linstone, H., y Turoff, M. (1975). The Delphi Method: Techniques and Applications. En *Technometrics* (Vol. 18). <https://doi.org/10.2307/3150755>

López, S. I. M., y Valenzuela, B. G. E. (2015). NIÑOS y adolescentes con necesidades educativas especiales. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2015.02.004>

MacBlain, S. (2018). *Learning Theories for Early Years Practice*. SAGE.

Maguire, M., y Delahunt, B. (2017). Doing a thematic analysis: A practical, step-by-step guide for learning and teaching scholars. *All Ireland Journal of Higher Education*, 9(3), Article 3. <http://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/335>

Marshall, C. (2017). Montessori education: A review of the evidence base. *Npj Science of Learning*, 2(1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41539-017-0012-7>

Martín Sánchez, M. (2013). *Validación funcional de un caso de autismo medio asociado a retraso mental ligero, mediante un sistema de evaluación con Tablet*. <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/18292>

McFarland, E. (2015). *Importance of handwriting: How Montessori didactic materials support handwriting* [Thesis]. <https://minds.wisconsin.edu/handle/1793/72252>

McKenzie, G. K., y Zascavage, V. S. (2012). Montessori Instruction: A Model for Inclusion in Early Childhood Classrooms and beyond. *Montessori Life: A Publication of the American Montessori Society*, 24(1), 32-38.

Mintz, J. (2013). Additional key factors mediating the use of a mobile technology tool designed to develop social and life skills in children with Autism Spectrum Disorders: Evaluation of the 2nd HANDS prototype. *Computers & Education*, 63, 17-27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.006>

Mirhassani, S. M., y Ting, H.-N. (2014). Fuzzy-based discriminative feature representation for children's speech recognition. *Digital Signal Processing*, 31, 102-114. <https://doi.org/10.1016/j.dsp.2014.05.004>

Monfort, M., y Juárez, A. (1987). *El tren de palabras. Material de reeducación logopédica*. <https://www.espaciologopedico.com/tienda/prod/230/el-tren-de-palabras-material-de-reeducacion-logopedica.html>

Monibi, M., y Hayes, G. (2008). *Mocotos: Mobile communications tools for children with special needs*. 121-124. <https://doi.org/10.1145/1463689.1463736>

Montessori, M. (2020). *The Montessori Method (Illustrated) by Maria Montessori, Paperback | Barnes & Noble®*. <https://www.barnesandnoble.com/w/montessori-method-maria-montessori/1100059647>

Nielsen, J. (2012). *Usability 101: Introduction to Usability*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

Park, Y. (2011). A Pedagogical Framework for Mobile Learning: Categorizing Educational Applications of Mobile Technologies into Four Types. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12. [https://doi.org/10.3394/0380-1330\(2006\)32](https://doi.org/10.3394/0380-1330(2006)32)

Pérez-Pérez, J.-R., Cabiellas-Hernández, D., Sánchez-Santillán, M., y Paule-Ruiz, Mp. (2020). Interaction of children with and without communication disorders using Montessori activities for the tablet. *Personal and Ubiquitous Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01471-7>

Ploog, B., Scharf, A., Nelson, D., y Brooks, P. (2012). Use of Computer-Assisted Technologies (CAT) to Enhance Social, Communicative, and Language Development in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s10803-012-1571-3>

Plowman, L., y Stephen, C. (2005). Children, play, and computers in pre-school education. *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 145-157. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2005.00449.x>

Pugliese, C. E., Anthony, L., Strang, J. F., Dudley, K., Wallace, G. L., y

Kenworthy, L. (2015). Increasing adaptive behavior skill deficits from childhood to adolescence in autism spectrum disorder: Role of executive function. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(6), 1579-1587. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2309-1>

Putnam, C., y Chong, L. (2008). Software and technologies designed for people with autism: What do users want? *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, 3-10. <https://doi.org/10.1145/1414471.1414475>

Rhea, P. (2007). *Language Disorders from Infancy Through Adolescence: Assessment & Intervention—Rhea Paul—Google Libros*. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QxLfgByBvToC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Language+disorders+from+infancy+through+adolescence:+assessm+ent+%26+intervention&ots=zpqRok0zH-&sig=KZOMS67UpdSNIBs1SWV1WV_3xIY#v=onepage&q=Language%20disorders%20from%20infancy%20through%20adolescence%3A%20assessme+nt%20%26%20intervention&f=false

Richards, C., Thompson, C. W., y Graham, N. (2014). Beyond designing for motivation: The importance of context in gamification. *Proceedings of the first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play*, 217-226. <https://doi.org/10.1145/2658537.2658683>

Rivière, Á., y Martos, J. (1998). *Tratamiento del autismo. Nuevas perspectivas*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=428635>

Rodríguez, V. M. A., y Moreno, A. M. (1999). *Dificultades del lenguaje en ambientes educativos: Del retraso al trastorno específico del lenguaje*. Masson. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=215448>

Rose, D. H., y Meyer, A. (2002). *Teaching Every Student in the Digital Age: Universal Design for Learning*. Association for Supervision and Curriculum

Development, 1703 N.

Rosenberg, M. J., y Foshay, R. (2002). E-learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age. *Performance Improvement*, 41(5), 50-51. <https://doi.org/10.1002/pfi.4140410512>

Schaaf, R. C., Benevides, T., Mailloux, Z., Faller, P., Hunt, J., van Hooydonk, E., Freeman, R., Leiby, B., Sendeki, J., y Kelly, D. (2014). An Intervention for Sensory Difficulties in Children with Autism: A Randomized Trial. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(7), 1493-1506. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1983-8>

Sennott, S., y Bowker, A. (2009). Autism, AAC, and Proloquo2Go. *Perspectives on Augmentative and Alternative Communication*, 18, 137-145. <https://doi.org/10.1044/aac18.4.137>

Shane, H. C., Laubscher, E. H., Schlosser, R. W., Flynn, S., Sorce, J. F., y Abramson, J. (2012). Applying technology to visually support language and communication in individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(6), 1228-1235. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1304-z>

Sharples, M. (2000). The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers & Education*, 34, 177-193. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(99\)00044-5](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(99)00044-5)

Sharples, M., y Roschelle, J. (2010). Guest Editorial: Special Issue on Mobile and Ubiquitous Technologies for Learning. *TLT*, 3, 4-6. <https://doi.org/10.1109/TLT.2010.7>

Soler López, C., y García Sevilla, J. (2002). *Problemas de atención en el niño*. <http://www.edicionespiramide.es:80/libro.php?id=4508>

Stokes, T. F., y Baer, D. M. (1977). An implicit technology of generalization.

Journal of Applied Behavior Analysis, 10(2), 349-367.
<https://doi.org/10.1901/jaba.1977.10-349>

Tang, S., y Mccorkle, R. (2002). Use of Family Proxies in Quality of Life Research for Cancer Patients at the End of Life: A Literature Review. *Cancer investigation*, 20, 1086-1104. <https://doi.org/10.1081/CNV-120005928>

Toki, E. I., y Pange, J. (2010). E-learning activities for articulation in speech language therapy and learning for preschool children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4274-4278.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.678>

Tortosa Nicolás, F. (2004). *Tecnologías de ayuda en personas con trastornos del espectro autista: Guía para docentes*. CPR Murcia I.

Traxler, J., y Kukulska-Julme, A. (2005a). *Mobile Learning: A Handbook for Educators and Trainers*. Routledge & CRC Press.
<https://www.routledge.com/Mobile-Learning-A-Handbook-for-Educators-and-Trainers/Traxler-Kukulska-Hulme/p/book/9780415357401>

Traxler, J., y Kukulska-Julme, A. (2005b). *Mobile Learning in Developing Countries*.
https://www.researchgate.net/publication/277220204_Mobile_Learning_in_Developing_Countries

Vatavu, R.-D., Cramariuc, G., y Schipor, D. M. (2015). Touch interaction for children aged 3 to 6 years: Experimental findings and relationship to motor skills. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 54-76.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.10.007>

Venkatesh, S., Greenhill, S., Phung, D., Adams, B., y Duong, T. (2012). Pervasive multimedia for autism intervention. *Pervasive and Mobile Computing*, 8(6), 863-882. <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2012.06.010>

Voon, N., Bazilah, S., Maidin, A., Jumaat, H., y Ahmad, M. (2015). AutiSay: A Mobile Communication Tool for Autistic Individuals. En *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 331, pp. 349-359). https://doi.org/10.1007/978-3-319-13153-5_34

Wan, C. Y., Bazen, L., Baars, R., Libenson, A., Zipse, L., Zuk, J., Norton, A., y Schlaug, G. (2011). Auditory-Motor Mapping Training as an Intervention to Facilitate Speech Output in Non-Verbal Children with Autism: A Proof of Concept Study. *PLOS ONE*, 6(9), e25505. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025505>

Wing Clara S. (1990). A Preliminary Investigation of Generalization to Untrained Words Following Two Treatments of Children's Word-Finding Problems. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 21(3), 151-156. <https://doi.org/10.1044/0161-1461.2103.151>

Wing, L., y Gould, J. (1979). Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 9(1), 11-29. <https://doi.org/10.1007/BF01531288>

Winoto, P., y Tang, T. (2017). Training Joint Attention Skills and Facilitating Proactive Interactions in Children With Autism Spectrum Disorder: A Loosely Coupled Collaborative Tabletop-Based Application in a Chinese Special Education Classroom. *Journal of Educational Computing Research*, 57, 073563311774516. <https://doi.org/10.1177/0735633117745160>

Wu, W.-H., Jim Wu, Y.-C., Chen, C.-Y., Kao, H.-Y., Lin, C.-H., y Huang, S.-H. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education*, 59(2), 817-827. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.016>

Wynne, R. (2016). *Assistive Technology/Equipment in Supporting the*

Education of Children with Special Educational Needs – What Works Best?

Yee, H. S. S. (2012). Mobile technology for children with Autism Spectrum Disorder: Major trends and issues. *2012 IEEE Symposium on E-Learning, E-Management and E-Services*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/IS3e.2012.6414954>