
**PICTAR: una herramienta de
elaboración de contenido para personas
con TEA basada en la traducción de
texto a pictogramas**



**Trabajo de Fin de Máster
Curso 2017–2018**

Autor

Alejandro Martín Guerrero

Directores

Raquel Hervás Ballesteros

Gonzalo Méndez Pozo

**Máster en Ingeniería Informática
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid**

PICTAR: una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas

**Trabajo de Fin de Máster en Ingeniería Informática
Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia
Artificial**

Autor

Alejandro Martín Guerrero

Directores

**Raquel Hervás Ballesteros
Gonzalo Méndez Pozo**

Convocatoria: Junio 2018

Calificación: 10 - Propuesto a matrícula de honor

**Máster en Ingeniería Informática
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid**

7 de julio de 2018

Autorización de difusión

El abajo firmante, matriculado en el Máster en Ingeniería en Informática de la Facultad de Informática, autoriza a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a su autor el presente Trabajo Fin de Máster: “PICTAR: una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas”, realizado durante el curso académico 2017-2018 bajo la dirección de Raquel Hervás Ballesteros y Gonzalo Méndez Pozo en el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial, y a la Biblioteca de la UCM a depositarlo en el Archivo Institucional E-Prints Complutense con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del trabajo en Internet y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Alejandro Martín Guerrero

7 de julio de 2018

Agradecimientos

Gracias.... Las palabras más sencillas a veces son las más difíciles de expresar.

En primer lugar quería agradecer a mis directores de proyecto Raquel y Gonzalo, el apoyo y la dedicación incondicional en todo momento, junto con sus consejos, tenacidad y persistencia para dar lo mejor que tengo. Desde el Trabajo de Fin de Grado hasta el día de hoy ha sido un placer haber compartido con vosotros este largo camino, echaré de menos nuestras reuniones interminables llenas de buenos momentos. Por todo ello, muchas gracias.

Gracias Susi por tu espíritu optimista, animándome en todo momento y a Virginia, por habernos ayudado a dar visibilidad a este proyecto con las entidades educativas.

También agradecer a la Asociación Autismo Sevilla, la Asociación El Alba-Autismo Burgos, Asociación Desarrollo-Autismo Albacete, CEE CEPRI de Madrid y la Asociación Aleph-TEA de Madrid, permitirnos probar la aplicación PICTAR en sus centros, ayudándonos a comprender las principales necesidades de este colectivo y darnos sus aportaciones e ideas para la mejora de la aplicación. Además, muchas gracias por las evaluaciones que habéis realizado siendo una parte importante de este proyecto. Esto no habría sido posible sin la ayuda y la gran labor que realizan diariamente los profesionales de estos centros.

Además, me gustaría dar las gracias a Pablo, Antonio y Guillermo por hacer las evaluaciones heurísticas, contando con tan poco tiempo.

A mis padres, por apoyarme y animarme en los momentos más difíciles, en especial en el tramo final del proyecto y siempre estar ahí cuando más los he necesitado.

Y finalmente a aquellos familiares y amigos, por todos esos momentos que me han hecho más fácil pasar este último año de Máster.

*"Para ir rápido basta con ir uno sólo,
pero para llegar lejos tenemos que ir
todos juntos."*

Resumen

Los avances actuales en el campo de las TICs han permitido un importante impulso en el desarrollo de los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs), tan necesarios para que las personas con discapacidad puedan comunicarse con su entorno. Dichos sistemas permiten atraer la atención de este colectivo mediante la presentación de imágenes y sonidos de una manera estimulante. La adopción de estos SAACs por parte de personas con dificultades en la comunicación potencia el desarrollo del lenguaje sin suponer ningún impedimento para el desarrollo del habla, sino al contrario. En concreto, para las personas con TEA (Trastorno del Espectro Autista), es fundamental tener formas alternativas de recibir la información de su contexto mediante refuerzos visuales, auditivos o mixtos.

En este trabajo se presenta PICTAR, una aplicación orientada a personas con TEA, que facilita el trabajo con pictogramas y la elaboración de materiales a partir de éstos en el ámbito de la educación especial. Se ha concebido como una aplicación web, haciéndola accesible desde cualquier parte e intentando ponerla al alcance del mayor número de usuarios posible. Está constituida por una herramienta de edición que permite crear materiales basados en pictogramas de una manera cómoda y sencilla, y además incluye un servicio de traducción de texto a pictogramas.

El desarrollo de este proyecto se ha realizado en estrecha colaboración con asociaciones y centros de educación especial, de cara a resolver los problemas que encuentran a la hora de trabajar con pictogramas de la manera más adaptada a sus necesidades que sea posible. Estas entidades han participado desde la toma de requisitos hasta las evaluaciones finales con profesionales y usuarios con TEA.

Palabras clave

Comunicación Aumentativa y Alternativa, SAAC, Trastorno del Espectro Autista (TEA), Pictogramas, Traductor de texto a pictogramas, PICTAR

Abstract

Current advances in the field of ICT have allowed an important boost in the development of the Augmentative and Alternative Communication Systems (SAACs), so necessary for people with disabilities to communicate with their environment. These systems allow attracting the attention of this group by presenting images and sounds in a stimulating way. The adoption of these SAACs by people with difficulties in communication enhances the development of the language without assuming any impediment to the development of speech, but on the contrary. For people with ASD (Autism Spectrum Disorder), it is essential to have alternative ways of receiving information from their context through visual, auditory or mixed reinforcements.

This paper presents PICTAR, an application aimed at people with ASD, which facilitates the work with pictograms and the development of materials from them in the field of special education. It is designed as a web application, making it accessible from anywhere and trying to reach as many users as possible. It is constituted by an editing tool that allows to create materials based on pictograms in a comfortable and simple way, and also includes a text translation service to pictograms.

The development of this project has been carried out in close collaboration with associations and special education centers, in order to solve the problems they encounter when working with pictograms in the most adapted way to their needs that is possible. These entities have participated from the requirements gathering to the final evaluations with professionals and users with ASD.

Keywords

Augmentative and alternative communication, AAC, Autistic Spectrum Disorders (ASD), Pictograms, Text translator to pictograms, PICTAR

Índice

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estructura de la memoria	3
2. Introduction	5
2.1. Motivation	5
2.2. Objectives	6
2.3. Document structure	7
3. Estado de la Cuestión	9
3.1. Trastorno del Espectro Autista	9
3.1.1. Comunicación: TIC y SAACs	10
3.2. Pictogramas	12
3.2.1. Sistemas pictográficos más extendidos	13
3.2.2. Aplicaciones basadas en pictogramas	15
3.3. Traducción de texto a pictogramas	17
3.3.1. PictoTraductor	18
3.3.2. AraTraductor	18
3.3.3. AraWord	19
3.4. Tecnologías	20
3.4.1. REST	20
3.4.2. Jersey	21
3.4.3. Maven	21
3.4.4. MySQL	22
3.4.5. Tomcat	23
4. Diseño centrado en el usuario	25
4.1. Introducción	25
4.2. Identificación de requisitos	26
4.3. Implementación de la herramienta y evaluación preliminar	29
4.4. Evaluación con los usuarios finales	30

5. Arquitectura del sistema	31
5.1. Desarrollo de la arquitectura del proyecto	31
5.1.1. Servidor de base de datos	31
5.1.2. Servicio de Traducción	34
5.1.3. Servidor Tomcat	34
5.1.4. PICTAR	35
6. Servicio de traducción de texto a pictogramas	37
6.1. Introducción	37
6.2. Estructura del proceso de traducción a pictogramas	38
6.3. Preprocesamiento léxico a través del análisis de dependencias	39
6.3.1. Maltparser	39
6.3.2. Stanford CoreNLP	40
6.3.3. OpenNLP	43
6.3.4. SpaCy	44
6.4. Búsqueda de términos basada en N-Gramas	46
6.4.1. Método por recursión	46
6.4.2. Método de concordancia por agrupación limitada	47
6.4.3. Método de concordancia por agrupación ilimitada	48
6.5. Sinónimos e hiperónimos	51
6.5.1. WordNet	51
7. PICTAR	53
7.1. Sección Editor	55
7.2. Sección Buscador	58
7.3. Sección Traductor	60
8. Evaluaciones	63
8.1. Introducción	63
8.2. Evaluación preliminar	64
8.3. Evaluaciones heurísticas	67
8.4. Evaluación para la edición de materiales por parte de los profesionales	71
8.5. Evaluaciones de competencias de los usuarios finales	74
9. Conclusiones y Trabajo Futuro	83
9.1. Conclusiones	83
9.2. Trabajo Futuro	85
10. Conclusions and Future Work	87
10.1. Conclusions	87
10.2. Future Work	88
A. Apéndice - Documento proporcionado a los expertos para la Evaluación Heurística	91

B. Apéndice - Tablas con los objetivos y competencias evaluados en la Evaluación de competencias	95
C. Apéndice - PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas	99
Bibliografía	105

Índice de figuras

3.1.	Símbolos relativos al sistema Bliss	13
3.2.	Clasificación pictogramas del sistema SPC (RhbNeuromad, 2015)	14
3.3.	Ejemplo del sistema Minspeak combinando el icono “cama”	15
3.4.	Pictogramas de ARASAAC	16
3.5.	Visualización entorno BoardMaker	17
3.6.	Traducción realizada mediante PictoTraductor	18
3.7.	Traducción realizada mediante AraTraductor	19
3.8.	Vista de la aplicación AraWord	20
4.1.	Pictograma de ARASAAC categorizado según el color de fondo	28
5.1.	Diagrama de la arquitectura del proyecto	32
5.2.	Ejemplo de la tabla <i>Palabras</i>	33
5.3.	Ejemplo de la tabla <i>Pictogramas</i>	33
6.1.	Diagrama del servicio de traducción	38
6.2.	Ejemplo ejecución del servicio Stanford CoreNLP	41
6.3.	Ejemplo del método por recursión	47
6.4.	Diagrama de flujo	49
6.5.	JSON resultante tras aplicar servicio de traducción	50
7.1.	Página web con las tres áreas de trabajo de PICTAR: el traductor, el editor y el buscador	54
7.2.	Vista de la sección Editor	55
7.3.	Botón de asociar texto a pictogramas	57
7.4.	Botón para cambiar el color de los pictogramas	57
7.5.	Botón para exportar e importar trabajo	57
7.6.	Ejemplo de exportación PICTAR	58
7.7.	Vista del buscador	59
7.8.	Mensaje de advertencia del buscador si no se encuentra la palabra	60
7.9.	Ejemplo de traducción de texto a pictogramas para el texto “Caperucita Roja vivía en el bosque”	60

7.10. Botón para desplazar la traducción al área de edición	61
7.11. Botones para ocultar y mostrar la sección de traducción	62
8.1. Resultado de la evaluación de usabilidad de materiales realizada por Aleph	73
8.2. Competencia relativa al vocabulario del objetivo “Favorecer habilidades de expresión y comprensión oral”	75
8.3. Ejemplo de contabilización de valores en relación a los criterios	76
8.4. Resultado del objetivo “Favorecer habilidades de expresión y comprensión oral, de la evaluación de competencias”	78
8.5. Resultado del objetivo “Mejorar habilidades de lectoescritura, de la evaluación de competencias”	78
8.6. Resultado del objetivo “Mejora de habilidades de atención y planificación, de la evaluación de competencias”	78
8.7. Resultado final de la evaluación de competencias	79
8.8. Resultado evaluación Uso de la aplicación por parte del alumno/a realizado por el colegio CEPRI	80
8.9. Resultado evaluación Uso de la aplicación por parte del profesional realizado por el colegio CEPRI	81
B.1. Competencias pertenecientes al objetivo “Favorecer habilidades de expresión y comprensión oral”	96
B.2. Competencias pertenecientes al objetivo “Mejorar habilidades de lectoescritura”	97
B.3. Competencias pertenecientes al objetivo “Mejorar habilidades de atención y planificación”	98

Índice de tablas

6.1. Relación de etiquetas con palabras	42
6.2. Precisión de SpaCy	44
6.3. Ejemplo ejecución servicio SpaCy	44
6.4. Ejecución SpaCy con términos incorrectos	45
6.5. Ejemplo ejecución servicio Wordnet para la palabra “atormen- tar”	52
8.1. Principios de Nielsen	68
8.2. Severidad de las tareas resultantes en la evaluación heurística	71
8.3. Resultados de la evaluación de materiales realizada por Aleph	72
8.4. Observaciones de la evaluación de materiales realizada por Aleph	72
8.5. Relación entre pesos y criterios	76

Capítulo 1

Introducción

*El verdadero progreso es el que pone la
tecnología al alcance de todos.*

Henry Ford

1.1. Motivación

El avance de la tecnología en la actualidad permite alcanzar objetivos e hitos que hace unos años pensábamos imposibles o meramente inimaginables. Dentro del ámbito educativo, se han desarrollado multitud de herramientas destinadas a facilitar las labores de los profesores y los alumnos en su día a día. Aún así, un sector importante de la población se ve afectado por no poder beneficiarse de los programas educativos tradicionales al tener una discapacidad física o mental, la cual les dificulta seguir el ritmo de una clase. Gracias a los progresos realizados en esta era digital, han surgido una gran cantidad de aplicaciones adaptadas a las necesidades de estos estudiantes para ayudarles tanto a ellos como a las instituciones y centros especializados encargados de su formación.

En concreto, este proyecto se centra en realizar una aplicación orientada a instituciones especializadas en TEA (Trastorno del Espectro Autista). Las personas que padecen autismo se encuentran con una serie de dificultades en la comunicación tanto verbal como no verbal, incluyendo la comprensión del lenguaje, y un exceso de información les puede llegar a resultar complicado a la hora de elegir qué es o no relevante para ellos.

Por esta razón, se hace uso de distintos sistemas alternativos de comunicación y herramientas específicas de este ámbito, intentando reforzar los conceptos que los padres y profesionales en educación especial pretenden enseñar a estas

personas. De esta forma se les proporciona un medio con el que enfatizar y recalcar el significado de cada uno de esos conceptos que deben asimilar.

Este trabajo presenta una aplicación, PICTAR, desarrollada con el objetivo de facilitar la interacción de personas que padecen algún tipo de trastorno del espectro autista y su entorno. Es un sistema de comunicación que integra dos partes, buscando cubrir dos funcionalidades importantes. La primera, ofrecer un traductor de texto a pictogramas con la que los padres, amigos y cualquier persona pueda establecer una comunicación con el usuario que padece autismo, generando una serie de imágenes comprensibles para él. Y, la segunda, facilitar a los centros educativos una herramienta que les ayude en su día a día con las clases, mediante un área donde generar material y contenido, contribuyendo a la ardua y grata labor que están haciendo.

La decisión de realizar este proyecto, junto con los aspectos anteriores, se puede decir que nace del olvido. Aproximadamente se crean cada día más de cien mil nuevas páginas y se suben más de seis mil aplicaciones en tiendas de aplicaciones de dispositivos Android e iOS. Pero, ¿cuántas de estas aplicaciones o páginas están destinadas a ayudar a estas personas con algún tipo de trastorno?, ¿cuántas son herramientas capaces de hacer un poco más fácil sus vida? Nuestra percepción de la realidad nos puede hacer olvidar problemas mayores, de los cuales solo tomamos conciencia cuando nos afectan. Siempre existirá una minoría cuya voz es lejana, sobrepasada por el ruido de la mayoría. Aunque hay bastantes aplicaciones y páginas cuyo fin radica en ofrecerles una herramienta que les ayude, aún así no son demasiadas. En general, estas aplicaciones no son probadas por el público al que van dirigido, ni se les ha preguntado por su utilidad. Por lo tanto muy pocas cumplen con su objetivo.

Con PICTAR, se quiere ofrecer una herramienta a través de la cual las personas con TEA puedan mejorar su calidad de vida. En este proyecto han colaborado distintas entidades multidisciplinares, en el ámbito del autismo, como el Colegio CEPRI de Madrid y la Confederación Autismo España, entre otras, las cuales han proporcionado ideas, información y *feedback* relevantes tanto para el desarrollo de la aplicación como para realizar evaluaciones de la misma.

1.2. Objetivos

Teniendo en cuenta los motivos anteriormente expuestos, a continuación se presentan los dos objetivos principales de este proyecto.

- Generar un servicio de traducción de texto a pictogramas que sea preciso, eficiente y fiable.
- Diseñar e implementar una aplicación web, multiplataforma y multi-dispositivo, que integre el servicio desarrollado junto con un área de edición de pictogramas, ofreciendo al usuario distintas funciones de edición.

Para llevar a cabo el primer objetivo, se analizarán e investigarán los sistemas aplicados en el ámbito actual de traducción de texto a pictogramas. También se investigarán y evaluarán los principales servicios de análisis morfológico y procesamiento del lenguaje natural y se implementará un algoritmo para la detección de conjuntos de palabras consecutivas, denominados n-gramas. Para el segundo objetivo, se realizará un diseño web responsive y una interfaz sencilla e intuitiva para el usuario, integrando distintas funcionalidades para la edición de pictogramas mediante el uso de una cuadrícula y un buscador predictivo.

Por otro lado, se validarán ambos objetivos mediante la realización de evaluaciones con el fin de conocer la impresión, aceptación y usabilidad de los usuarios finales de la herramienta.

1.3. Estructura de la memoria

La estructura seguida para organizar esta memoria consta de los siguientes capítulos.

En los Capítulos 1 y 2, redactados en español e inglés respectivamente, se introduce el contexto en el que se realiza este proyecto, además de la motivación y los objetivos que se llevan a cabo. Por último, se explica la estructura de este documento.

En el Capítulo 3 se realiza, en primer lugar, una breve introducción sobre el Trastorno del Espectro Autista y se expone el término de pictograma, considerado uno de los sistemas de comunicación más relevantes para las personas que padecen TEA y un concepto clave de este trabajo. En segundo lugar, se analizan las distintas aplicaciones relacionadas con este proyecto junto con las tecnologías utilizadas.

En el Capítulo 4 se establecen los requisitos del sistema extraídos de las reuniones establecidas con las entidades de autismo, guiando la implementación del proyecto a las necesidades de los usuarios finales.

En el Capítulo 5 se detalla la arquitectura del sistema explicando los componentes que la definen, otorgando una visión general del proyecto. Además, se define la forma de acceder a los servicios implementados en este trabajo.

En el Capítulo 6 se describe el desarrollo del servicio de traducción de texto a pictogramas, a través de la utilización, investigación y evaluación de los servicios de análisis morfológico y de lematización requeridos para la traducción, junto con los métodos llevados a cabo para la búsqueda de términos basados en n-gramas.

En el Capítulo 7 se muestra la aplicación web implementada, explicando cómo está estructurada y las funcionalidades que presenta.

En el Capítulo 8 se presentan los resultados obtenidos de las evaluaciones heurísticas, de materiales y de competencias realizadas a los expertos y a los centros educativos.

En los Capítulos 9 y 10, redactados en español e inglés respectivamente, se analizan las conclusiones y el trabajo futuro que se ha extraído de este Trabajo de Fin de Máster.

Chapter 2

Introduction

2.1. Motivation

The advancement of technology today allows us to reach goals and milestones that we thought were impossible or merely unimaginable a few years ago. Within the educational field, many tools have been developed to facilitate the work of teachers and students in their day to day. Even so, an important sector of the population is affected by not being able to benefit from traditional educational programs when having a physical or mental disability, which makes it difficult for them to keep up with a class. Thanks to the progress made in this digital age, a large number of applications have arisen adapted to the needs of these students to help them and the institutions and specialized centers responsible for their training.

Specifically, this project focuses on an application aimed at specialized institutions in ASD (Autism Spectrum Disorder). People who suffer from autism encounter a series of difficulties in both verbal and nonverbal communication, including language comprehension, and an excess of information can be complicated when it comes to choosing what is or is not relevant to them.

For this reason, are used different alternative communication systems and specific tools in this area, trying to reinforce the concepts that parents and professionals in special education intend to teach these people. This way they are provided with a means to emphasize the meaning of each of these concepts that they must assimilate.

This work presents an application, PICTAR, developed with the aim of facilitating the interaction of people suffering from some type of autism spectrum disorder and its environment. It is a communication system that integrates two parts, seeking to cover two important functionalities. The first one is to offer a text translator to pictograms with which parents, friends and

anyone can establish a communication with the user who suffers from autism, generating a series of images that are understandable to him. And, the second, to provide schools with a tool that helps them in their day to day with the classes, through an area where they generate material and content, contributing to the hard and pleasant work they are doing.

The decision to carry out this project together with the previous aspects can be said to be born from oblivion. Approximately a day, more than one hundred thousand new pages are created and more than six thousand applications are uploaded to Android and iOS device application stores. But how many of these applications or pages are intended to help these people with some type of disorder? How many tools can make their lives a little easier? Our perception of reality can make us forget major problems, of which we only become aware when they affect us. There will always be a minority whose voice is far away, overwhelmed by the noise of the majority. Although there are many applications and pages whose purpose is to offer them a tool to help them, still not too many. In general, these applications are not tested by the target audience, nor have they been asked about their usefulness. Therefore very few fulfill their objective.

With PICTAR, we want to offer a tool through which people with ASD can improve their quality of life. Several multidisciplinary entities have collaborated in this project, in the field of autism, such as the CEPRI School in Madrid and the Autism Confederation Spain, among other, which have provided ideas, information and feedback relevant both to the development of the application and to perform evaluations of it.

2.2. Objectives

Taking into account the above reasons, the two main objectives of this project are presented below.

- Generate a translation service to pictograms that is accurate, efficient and reliable.
- Design and implement of a web application, multiplatform and multi-device, integrating the service developed together with a pictogram editing area, offering the user different editing functions.

To carry out the first objective, the systems applied in the current field of text translation to pictograms will be analyzed and investigated. The main morphological analysis and natural language processing services will also be investigated and evaluated and an algorithm will be implemented to detect sets of consecutive words, called n-grams. For the second objective, a responsive web design and a simple and intuitive interface for the user will

be made, integrating different functionalities for the edition of pictograms through the use of a grid and a predictive search engine.

On the other hand, both objectives will be validated by carrying out evaluations in order to know the impression, acceptance and use of the final users of the tool.

2.3. Document structure

The structure followed to organize this memory consists of the following chapters.

In Chapters 1 and 2, written in Spanish and English respectively, the context in which this project is carried out is introduced, as well as the motivation and objectives that are carried out. Finally, the structure of this document is explained.

In Chapter 3, a brief introduction to Autism Spectrum Disorder is presented first and the pictogram term is exposed, considered one of the most relevant communication systems for people with ASD and a key concept of this work. Secondly, the different applications related to this project are analyzed together with the technologies used.

In Chapter 4, the system requirements drawn from the meetings established with the autism entities are established, guiding the implementation of the project to the needs of the end users.

In Chapter 5 the system architecture is explained explaining the components that define it, giving a general vision of the project. In addition, the way to access the services implemented in this work is defined.

Chapter 6 describes the development of the service of translation of text to pictograms, through the use, research and evaluation of the services of morphological analysis and lemmatization required for translation, together with the methods carried out for the search of terms based on n-grams.

Chapter 7 shows the implemented web application, explaining how it is structured and the functionalities it presents.

Chapter 8 presents the results obtained from heuristic evaluations, materials and competences made to experts and schools.

In Chapters 9 and 10, written in Spanish and English respectively, the conclusions and future work that has been extracted from this Master's Thesis are analyzed.

Capítulo 3

Estado de la Cuestión

*La vida es como una bicicleta.
Para mantener el equilibrio tienes que
seguir adelante.*
Albert Einstein

En este capítulo se pretende dar una visión genérica de los Trastornos del Espectro Autista (TEA) junto con las aplicaciones más populares de la educación especial estudiando y analizando cada una de ellas. El objetivo es entender las necesidades y los recursos con los que cuenta este colectivo con el fin de poder diferenciar este trabajo de otros ya existentes.

3.1. Trastorno del Espectro Autista

Hace más de setenta años, un psiquiatra llamado Leo Kanner diagnosticó lo que hoy conocemos como autismo. Sin embargo, dicho nombre apareció antes, concretamente en 1911, como sinónimo de esquizofrenia, cuyo significado deriva del griego clásico “autos” en referencia a “uno mismo” (Artigas-Pallarès y Paula, 2012).

En 1944, un año más tarde de publicar Leo Kenner su estudio sobre el autismo, un pediatra vienés llamado Hans Asperger, publicó unas observaciones muy similares a las que Kenner había detectado. Por desgracia, al estar escritas en alemán su difusión fue limitada y complicada siendo ignorado por la psiquiatría del resto de países, además de la dificultad que planteaba difundirlas estando en medio de la segunda guerra mundial. No fue hasta 1979 cuando Lorna Wing tradujo al inglés las investigaciones de Hans y prosiguió con su trabajo, introduciendo el término Síndrome de Asperger.

Tras la expansión del diagnóstico del autismo también al Síndrome de Asperger, la propia Lorna Wing fue quién introdujo el término de TEA (Trastorno del Espectro Autista). Se considera un trastorno del neurodesarrollo que afecta en la comunicación, interacción y relación social con otras personas. Hoy en día, este término engloba un espectro diverso de síntomas, los cuales se podrían clasificar en cinco grandes categorías (Trastorno Autista, Síndrome de Asperger, Trastorno generalizado del desarrollo, Trastorno desintegrativo de la infancia y Síndrome de Rett) (AutisMag, 2014).

Las personas que sufren alguno de estos trastornos en menor o mayor grado presentan una serie de características comunes, entre otras: son personas ensimismadas en su propio mundo, evitan el contacto físico, suelen tener problemas para afrontar cambios en su entorno, encuentran limitaciones al expresar sus emociones o empatía hacia los demás y también padecen carencias en la habilidad de comunicación tanto verbal como no verbal (Confederación Autismo España, 2014). En la actualidad, una gran cantidad de entidades como Confederación Autismo España, Nuevo Horizonte, Federación Autismo Castilla y León, etc. pretenden mejorar la calidad de vida de estas personas, trabajando en estos problemas mediante el uso de la tecnología.

3.1.1. Comunicación: TIC y SAACs

Uno de los retos más relevantes al que se enfrentan las personas que padecen TEA es el desarrollo de la comunicación. Una habilidad indispensable con la que transmitir y expresar lo que sienten haciendo partícipes a los demás, ayudándonos a entender sus necesidades e inquietudes. Para ello, existen tecnologías que permiten lograr dicho cometido.

3.1.1.1. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) constituyen un factor muy importante en la educación, ya que ofrecen una gran cantidad de recursos que tienen un alto impacto positivo en las personas que padecen TEA. De hecho, como se menciona en el artículo (Martínez et al., 2013), parece que tienen una afinidad natural para trabajar con las TIC debido a su característico pensamiento visual. Asimismo, proporcionan una atención individual al usuario pudiendo adaptar las herramientas a sus necesidades. De esta forma, cada uno puede llevar su ritmo favoreciendo al aprendizaje autónomo.

El uso cada vez mayor de ordenadores, tablets y móviles permiten además establecer una comunicación de forma bidireccional con otros usuarios, fomentando la educación cooperativa sin tener que mantener un contacto físi-

co o visual, y aún así poder relacionarse con ellos mediante el uso de estas herramientas, las cuales cuentan con aplicaciones para todos los sistemas operativos y plataformas, mejorando sus habilidades sociales.

Por otro lado, hay estudios ((Bölte et al., 2002), (Hetzroni y Tannous, 2004)) que demuestran los beneficios del uso de las TICS para el desarrollo de competencias emocionales, reconociendo emociones a través de dibujos e imágenes. Es decir, se dan formas de expresión distintas al habla para comunicarse con ellos apareciendo el concepto de SAACs.

3.1.1.2. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs)

Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs) son una alternativa a la comunicación basada en lenguaje natural. Se consideran un método utilizado para sustituir o complementar al habla o la escritura. Su objetivo es ayudar a aquellos que sufren alguna deficiencia en la comunicación, permitiéndoles comunicarse con su entorno de manera satisfactoria relacionándose e interactuando con los demás (González et al., 2014).

Los usuarios a los que están dirigidos suelen ser personas con patologías en el lenguaje, con discapacidad sensorial, personas con autismo, etc. Los SAACs intentan facilitar la calidad de vida de estas personas mediante la comprensión del lenguaje.

Existen dos tipos de SAACs claramente diferenciados, sistemas con ayuda y sistemas sin ayuda, dependiendo de si se necesita un soporte físico adicional o no (Samuel L.Odom et al., 2007).

- **Sistemas sin ayuda:** son aquellos donde el usuario no necesita hacer uso de material adicional o externo como apoyo, únicamente utiliza su propio cuerpo.
- **Sistemas con ayuda:** se necesitan elementos u objetos externos para la comunicación. Pueden ser desde objetos reales, imágenes impresas, hasta pictogramas. Está dirigido a personas que suelen padecer de problemas severos en el habla, con dificultades cognitivas o de aprendizaje.

Dentro de cada uno de estos tipos se encuentran muchos sistemas. En el caso de sistemas sin ayuda, el ejemplo más claro es el lenguaje de signos utilizado mayoritariamente por aquellas personas con problemas auditivos. Se ejecuta principalmente con las manos aunque también se complementa de un subcomponente expresivo con el movimiento de los labios y la expresión facial. Por otra parte, en los SAACs con ayuda destacan los sistemas basados en imágenes y en pictogramas. Los relativos a imágenes son usados por personas con mayor problema de comunicación ya que conforme van aprendiendo a

identificar conceptos mediante imágenes, se les intenta transmitir un grado superior de abstracción a través de los pictogramas.

Estos sistemas tanto aumentativos como alternativos son un medio indispensable para la comunicación de estas personas, ofreciendo varias ventajas (Rodríguez, 2015):

- Evitan el aislamiento: mediante estos sistemas se intenta mejorar sus habilidades comunicativas y sociales, mejorando sus relaciones interpersonales.
- Son fáciles de aprender y de aplicar en su día a día.
- Están adaptados a las nuevas tecnologías.

Se han llevado a cabo numerosos estudios ((Millar et al., 2006), (Ganz et al., 2012)) que demuestran los beneficios obtenidos mediante los SAACs, identificando una mejora en la comunicación y en el habla de las personas que hacen uso de ellas, basándose en la utilización de componentes visuales. De estos estudios se puede concluir que las personas que padecen TEA son grandes pensadores visuales, como dijo Temple Grandin, una profesora con autismo de la Universidad Estatal de Colorado, reconocida zoóloga y etóloga: “Pienso en imágenes. Las imágenes son como un segundo idioma para mí” (Grandin, 1995). La importancia de estos sistemas es muy grande, ya que desempeñan un papel fundamental en la vida de estas personas. Los pictográficos son los más relevantes y para hablar de ellos se debe hacer referencia al concepto de pictograma.

3.2. Pictogramas

Un pictograma es un símbolo, signo o imagen que representa un objeto real o un concepto abstracto (Wikipedia, s.f.c). Se considera un recurso comunicativo ampliamente extendido en diversos contextos de nuestro día a día. Presente en cada centro comercial, tienda, hospital, lugar que nos imaginemos, constituyen una forma visual de expresar un concepto, teniendo la ventaja de que no son efímeros como las palabras y por tanto perduran en el tiempo.

Adoptados por personas con necesidades especiales, se han convertido en materiales indispensables, sirviéndoles como refuerzo visual a fin de facilitar la expresión de sus sentimientos y su entendimiento con la sociedad.

Como ya se ha expuesto previamente en el anterior apartado, se cuenta con un repertorio específico de SAACs relacionados con los pictogramas, los cuales reciben el nombre de sistemas pictográficos. A continuación se analizan algunos de ellos.

3.2.1. Sistemas pictográficos más extendidos

3.2.1.1. Bliss

Bliss (Augé y Escoin, 2003) creado en 1949, introduce un sistema gráfico basado en símbolos de gran simplicidad. Estos símbolos los componen principalmente figuras geométricas (círculos, cuadrados, triángulos, etc.) y signos universales (números, signos de puntuación, etc.) que se agrupan por categorías de palabras. Además utiliza la codificación de colores para dotar a cada uno con un color identificativo atendiendo a la categoría gramatical.

Bliss permite crear nuevos símbolos de forma sencilla mediante la combinación de otros. En la actualidad cuenta con más de 2200 símbolos. En la Figura 3.1 se puede ver un ejemplo.

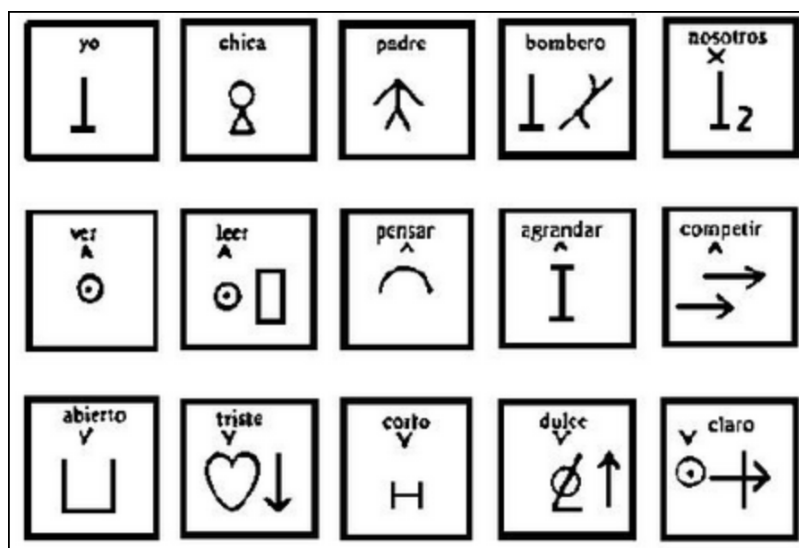


Figura 3.1: Símbolos relativos al sistema Bliss

3.2.1.2. SPC

El SPC (Sistema Pictográfico de Comunicación) (Belloch, 2014) fue desarrollado en 1981 por Mayer-Johnson. Es uno de los sistemas referentes en este contexto pictográfico. Puede ser utilizado tanto para SAACs con ayuda de baja tecnología, a través de tableros o agendas electrónicas, como para SAACs con ayuda de alta tecnología, con contenido digital. Al igual que en el método anterior (Bliss), organiza los pictogramas por categorías dependiendo de la función de la palabra (Personas, Verbos, Descriptivos, Nombres, Miscelánea y Social) y aprovecha también los colores relacionando

cada pictograma con un color. En la Figura 3.2, se puede ver un ejemplo de pictogramas pertenecientes a este sistema.

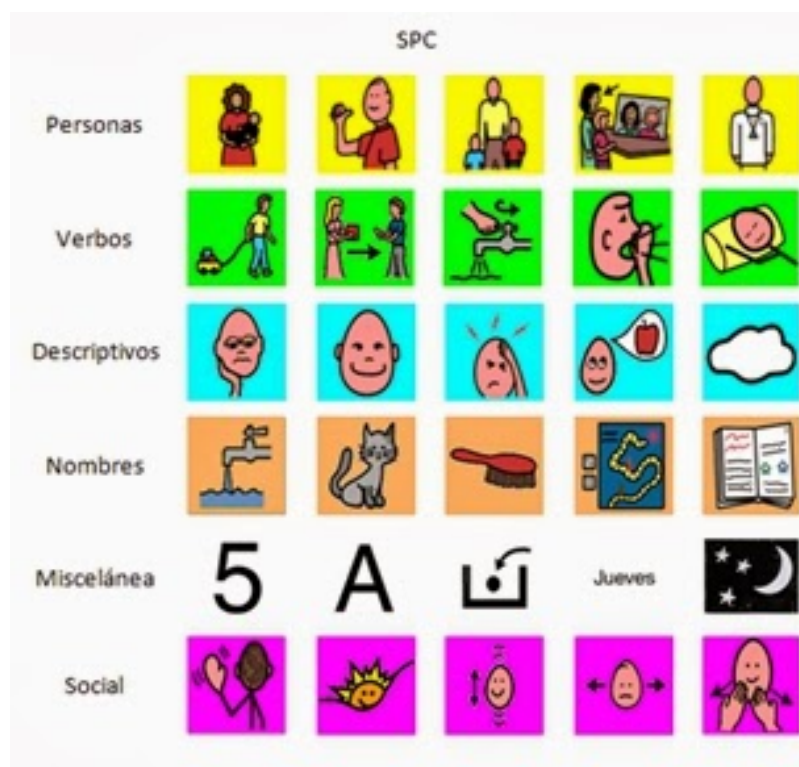


Figura 3.2: Clasificación pictogramas del sistema SPC (RhbNeuromad, 2015)

Dispone de una biblioteca de más de 5000 símbolos a los que el usuario puede incorporar los suyos propios.

3.2.1.3. Minspeak

Minspeak (Semantic Compaction Systems, s.f.) es un sistema pictográfico desarrollado por Bruce Baker en 1992. En comparación con los anteriores en este método los iconos no tienen un significado en concreto, sino que este se acuerda entre el logopeda y el usuario. Los iconos tienen significados múltiples y se combinan en secuencias consecutivas de 2 o 3 para codificar el vocabulario siguiendo una serie de reglas y patrones. En la Figura 3.3, se puede ver un ejemplo donde se utiliza el icono de “cama” seguido por otros iconos y en cada caso el significado cambia.



Figura 3.3: Ejemplo del sistema Minspeak combinando el icono “cama”

3.2.1.4. ARASAAC

ARASAAC (Centro Aragonés de Recursos para la Educación Inclusiva, s.f.) es un portal que ofrece una base de datos de pictogramas, estableciendo un estándar y aportando herramientas para su libre distribución. Ha sido creada por el Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación (CATEDU), junto con otros dos organismos financiados por el Departamento de Educación Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón, con el propósito de mejorar la accesibilidad a los pictogramas para el uso de cualquier persona que lo necesite.

Su base de datos cuenta con más de 18000 pictogramas en color, 15000 en blanco y negro, fotografías y vídeos, además de disponer de su traducción en más de quince idiomas. En España es el más usado de los conjuntos SAACs pictográficos.

Después de investigar los sistemas pictográficos mencionados y hablar con las entidades educativas, se optó por utilizar la plataforma de ARASAAC, la cual nos había proporcionado los pictogramas con anterioridad, ya que además de ser utilizada por todos los centros, dispone de una de las librerías más extensas y completas, siendo una de las más usadas en los diversos territorios del estado español, junto con el sistema SPC.

En la Figura 3.4 se puede ver un ejemplo de los pictogramas de este sistema.

3.2.2. Aplicaciones basadas en pictogramas

A partir de este tipo de portales y bases de datos de pictogramas, estos se han ido extendiendo cada vez más. Pero, ¿cómo los emplean los centros? ¿Qué aplicaciones tienen? Aunque no podamos definir todos los usos sí que muchos comparten algunos de los siguientes (Ventoso, 2014):



Figura 3.4: Pictogramas de ARASAAC

- **Agendas personales:** una forma para esquematizar las tareas a lo largo del día. Las personas con autismo son muy metódicas, siguen una serie de rutinas para ser conscientes en todo momento de los eventos que van a suceder. A través de un horario ordenado, consiguen evitar la ansiedad ante la incertidumbre de un suceso inesperado.
- **Mostrar actividades en secuencia:** el desarrollo de un guión mediante pictogramas informándoles del orden a seguir en una tarea les aporta una ayuda cuando la vayan a realizar y cierta autonomía. Por ejemplo, la acción de prepararse para ir a clase puede componerse de tres pictogramas: uno para vestirse, otro para acordarse de coger los deberes y otro de coger la mochila. Su visualización permitirá que esta actividad se convierta en algo habitual sin necesidad de ayuda.
- **Explicación de tareas complejas:** es más fácil de explicar ciertas ideas con pictogramas, en vez de decirlas verbalmente.
- **Normativas de conducta:** enseñarles por medio de normas las distintas reglas sociales y comportamientos que han de tener en determinadas ocasiones.
- **Juegos:** emparejamiento con palabras, cuentos y la adivinanza de emociones, son algunos ejemplos con pictogramas que les permiten aprender y al mismo tiempo divertirse.

La realización de estas aplicaciones normalmente se consigue con programas diseñados específicamente para cubrir esas necesidades. Existen múltiples

herramientas basadas en los pictogramas de ARASAAC con el objetivo de mejorar la comunicación de usuarios con discapacidad. Una de las más conocidas y relevantes en este sector es BoardMaker.

BoardMaker (Johnson, s.f.), es un software propietario cuya licencia por ordenador es de 399\$, que permite a los usuarios diseñar tableros de comunicación y otras actividades como calendarios y rutinas. Su interfaz se asemeja a la de Microsoft Paint, con una cuadrícula en blanco donde se pueden crear una serie de cuadrados dispuestos en tantas filas como columnas se desee, en las que introducir los pictogramas con la opción de añadirles una cadena de texto tanto en la parte superior como inferior de la imagen. También cuenta con un buscador de pictogramas en la parte derecha. En la Figura 3.5 se puede ver de forma gráfica como es este programa.

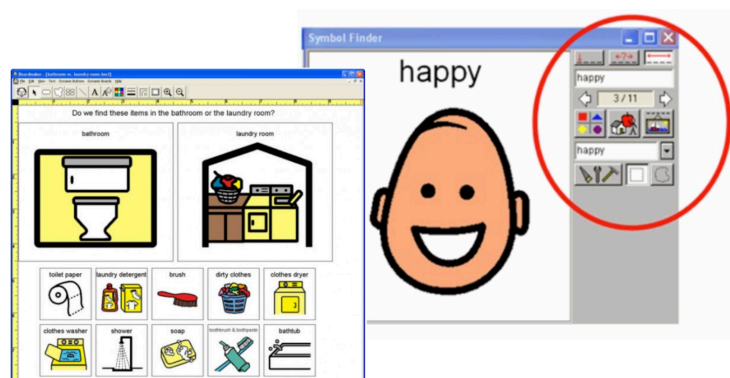


Figura 3.5: Visualización entorno BoardMaker

Como se explicará en el Capítulo 4, parte de este proyecto se basa en este programa, poniendo a disposición de los usuarios una herramienta parecida, la cual integra además un servicio de traducción y es completamente gratuita.

3.3. Traducción de texto a pictogramas

En el conjunto de aplicaciones perteneciente al marco de las SAACs, se encuentran algunos que incluyen capacidades de traducción de texto a pictogramas. A continuación veremos los principales sistemas de este tipo.

3.3.1. PictoTraductor

PictoTraductor (PictoAplicaciones, 2013) es una aplicación web gratuita destinada a ayudar a personas con dificultades de expresión oral a través del uso de imágenes. Su objetivo se centra en facilitar la comunicación de padres o profesionales en educación especial con niños que sufran TEA.

La interfaz es muy simple, consta de una sección delimitada (barra de búsqueda) donde introducir la frase a traducir. A medida que se van escribiendo palabras, muestra los pictogramas correspondientes. En la Figura 3.6 se ve un ejemplo del funcionamiento de PictoTraductor.



Figura 3.6: Traducción realizada mediante PictoTraductor

Respecto a la funcionalidad, ofrece una serie de opciones interesantes: permite al usuario iniciar sesión con el fin de que pueda configurar el tamaño de los pictogramas, guardar sus frases favoritas, subir fotos o imágenes personales e incluso compartir la traducción de los pictogramas en distintas redes sociales.

No obstante, la traducción ofrecida por esta herramienta es mejorable. En concreto, la detección de los tiempos verbales junto con su infinitivo y la búsqueda de conjuntos de palabras no funciona apropiadamente. Como se muestra en el ejemplo de la Figura 3.6, la frase resultante devuelve un total de seis pictogramas cuando debería devolver cuatro. Se verá que “saltando a la pata coja” tiene un único pictograma asociado al igual que “hacen ejercicio”, en vez de dos como se produce en esta aplicación.

3.3.2. AraTraductor

AraTraductor (Alonso et al., 2013) es una aplicación Android desarrollada hace cinco años como trabajo de fin de grado por alumnos de la Facultad de

Informática de la Universidad Complutense. Esta aplicación ofrece un sistema de traducción de texto a pictogramas que permite guardar y compartir la imagen resultante de la traducción con otras personas. Sin embargo, cuenta con una serie de limitaciones, como la exclusión de los determinantes sin dar la opción de elegir entre devolver la traducción con o sin ellos y por otra la acotada búsqueda de conjuntos de palabras no superiores a tres palabras consecutivas. En la Figura 3.7 se puede ver un ejemplo de traducción de dicha herramienta.

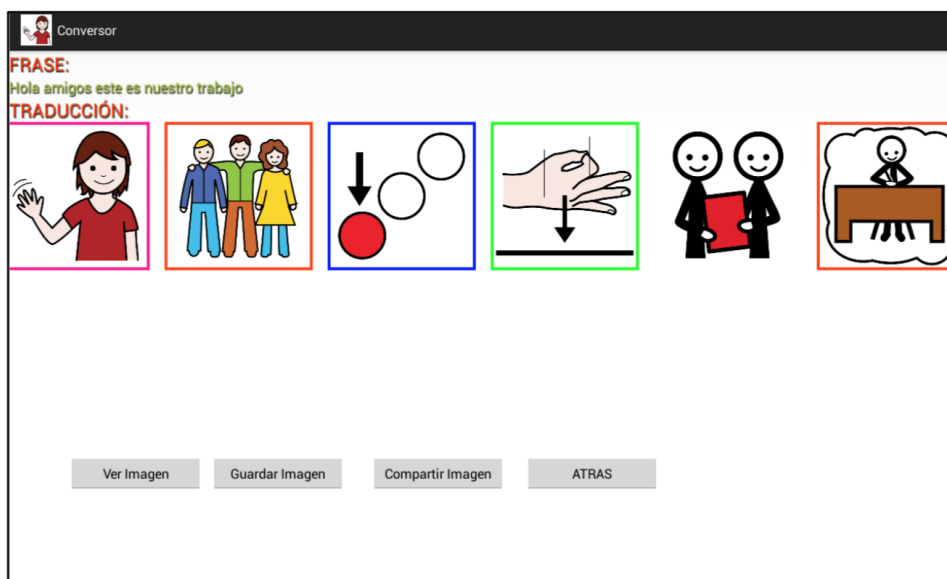


Figura 3.7: Traducción realizada mediante AraTraductor

3.3.3. AraWord

AraWord (AraSuite, s.f.), es un procesador de textos que permite generar tableros simultáneamente con pictogramas y texto, con el objetivo de facilitar la creación de documentos para las personas que presentan dificultades en el ámbito de la comunicación funcional.

Esta herramienta posibilita la elaboración de materiales, como agendas, historias y cuentos. Se asemeja a un Word, empezando la aplicación con un documento en blanco donde se va escribiendo y al mismo tiempo traduciendo las palabras a pictogramas. Está disponible para Windows, Mac y Linux con el pequeño inconveniente de que se ha de tener instalada la versión de Java SE 6 y no admite versiones posteriores. En la Figura 3.8 se puede ver un ejemplo de este programa.

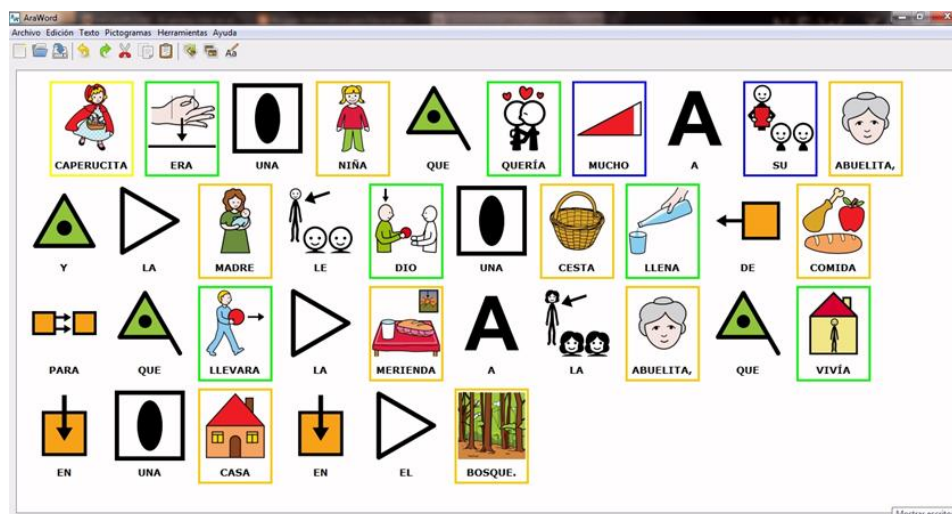


Figura 3.8: Vista de la aplicación AraWord

3.4. Tecnologías

En este subapartado se describen las tecnologías utilizadas en el servicio web de traducción de texto a pictogramas.

3.4.1. REST

REST (Representational State Transfer) es un estilo arquitectónico para sistemas hipermedia distribuidos por la World Wide Web (Wikipedia, s.f.d). En un sentido más amplio se puede describir como cualquier interfaz web empleada en la comunicación entre sistemas, para obtener datos y realizar operaciones sobre esos datos, en cualquier formato (XML, JSON). Los datos y la funcionalidad se consideran recursos y se accede a ellos utilizando identificadores uniformes de recursos (URI). Los servicios REST tienen las siguientes características (RESTfulAPI, s.f.):

- **Arquitectura cliente-servidor:** modelo de diseño donde un cliente hace peticiones al servidor encargado de darle las respuestas, a través de una comunicación HTTP.
- **Sin estado:** cada petición realizada por el cliente es independiente a la anterior.
- **Interfaz uniforme:** accesibilidad de recursos y métodos mediante las operaciones GET, POST, PUT y DELETE, análogas a las funciones CRUD (Create, Read, Update and Delete).

- **Sistema de capas:** sistema compuesto de capas jerárquicas restringiendo el comportamiento de los elementos, de tal forma que cada componente desconozca aquellos que no interactúan en su capa.

Se dispone de distintos frameworks¹ para la realización de servicios RESTful. Algunos de ellos son: Restlet, Jersey, RestEasy, etc.

3.4.2. Jersey

En este proyecto se ha hecho uso de Jersey, una API JAX-RS² de código abierto, la cual usa anotaciones que facilitan el despliegue y desarrollo de servicios web.

Las anotaciones más relevantes utilizadas para conformar un servicio web con Jersey son las siguientes:

- **@Path:** es una ruta relativa URI (Uniform Resource Identifier), la cual indica dónde se alojará la clase. En el caso de no ponerlo en la clase o el método, el recurso estará disponible en la raíz del servicio.
- **@Get:** especifica una petición HTTP GET.
- **@Post:** especifica una petición HTTP POST.
- **@Produces:** especifica la representación que un recurso puede producir o enviar a un cliente, llamado MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions).
- **@Consumes:** especifica los tipos de MIME que un recurso puede consumir.

El uso de las anotaciones @Produces y @Consumes conlleva definir el tipo de representación del recurso. Para ello, se hace uso de los valores de MediaType entre los que encontramos: text/plain, application/xml, image/gif, etc. A través de estas anotaciones se define el tipo del valor que se desea consumir o devolver por el servidor. Como se verá más adelante, en este proyecto el resultado de la traducción de texto a pictogramas se devuelve en un JSON.

3.4.3. Maven

Maven (The Apache Software Foundation, s.f.) es una herramienta open-source de gestión y compresión de proyectos software. Sirve para la cons-

¹Estructuras que sirven como guía y desarrollo del software.

²Es una API del lenguaje de programación Java que proporciona soporte en la creación de servicios web de acuerdo con el estilo arquitectónico Representational State Transfer. JAX-RS usa anotaciones, para simplificar el desarrollo y despliegue de los clientes y puntos finales de los servicios web (Wikipedia, s.f.a).

trucción, despliegue y prueba de componentes de un proyecto, incluso para la generación de informes o documentación. Su objetivo es facilitar el entendimiento de un proyecto a los desarrolladores mediante la creación de un “estándar”, es decir, una plantilla. A partir de un archivo de configuración en XML denominado POM (Project Object Model), se establece la dependencia con otros módulos junto con las librerías que se utilizarán en el proyecto. Únicamente será necesario indicar el nombre del módulo en este fichero.

El motivo de su utilización viene dado por algunas ventajas:

- Genera la estructura de carpetas del proyecto. Facilita la jerarquización del orden de las carpetas. De esta forma independientemente del proyecto en el que se esté trabajando, la ruta donde se encuentran los códigos, recursos y test siempre será la misma.
- Dispone de una gran variedad de plugins, como por ejemplo para realizar el empaquetamiento de proyectos en varios formatos (JAR, WAR, RAR, etc.) o para desplegar nuestro proyecto en diversos contenedores. Además, Maven descarga de forma automática la actualización de dichos plugins.
- Permite la descarga dinámica de bibliotecas de Java.

3.4.4. MySQL

Para la gestión de la base de datos del proyecto se recurrió a MySQL (Oracle, s.f.), un sistema de gestión de bases de datos relacional considerado uno de los más populares junto con Oracle y Microsoft SQL Server. La BD estará alojada en el servidor y contendrá las tablas con los pictogramas y palabras proporcionados por ARASAAC, sobre la cual se realizarán las consultas pertinentes para obtener los datos necesarios requeridos por la traducción y la búsqueda de la aplicación.

MySQL cuenta con una serie de características, las cuales le colocan como uno de los sistemas más utilizados. Entre ellas:

- Es open-source.
- Fácil de instalar y configurar.
- Fácil de administrar.
- Multiplataforma: soporta una gran variedad de sistemas operativos.
- Ofrece un alto rendimiento: permite la configuración del servidor MySQL mediante una arquitectura única de motores de base de datos.

- Robustez: asegura la integridad de los datos a través de la integridad referencial, además de incluir un soporte completo de las operaciones ACID.

3.4.5. Tomcat

Apache Tomcat (Foundation, s.f.) es una herramienta desarrollada por Apache Software Foundation que actúa como un contenedor de Java Servlets y páginas JSP. Permite desplegar aplicaciones web y al estar desarrollado en Java éste puede ejecutarse sobre cualquier sistema operativo, con una previa instalación de la máquina virtual de Java. En este proyecto va a estar en el lado del servidor y será donde se aloje el .war del servicio de traducción a pictogramas.

Apache Tomcat es de código abierto y ofrece una serie de ventajas adecuadas para la implementación de este proyecto:

- Se puede integrar fácilmente con Java y la plataforma de Eclipse, permitiendo desde dicho IDE llevar a cabo una instancia al servidor Tomcat. Así, de forma rápida se tiene creada la conexión necesaria para efectuar las pruebas pertinentes con el servicio antes de subir el .war al servidor.
- Al ser open-source, es una plataforma estable y sólida en la que contribuye una gran comunidad para su correcto funcionamiento.
- Se encuentra muy bien documentado, existiendo gran cantidad de manuales, libros y tutoriales disponibles de forma online.
- Es liviano y flexible.

Capítulo 4

Diseño centrado en el usuario

*Cualquier puerto es bueno en una
tormenta*
El indomable Will Hunting

4.1. Introducción

Al empezar a desarrollar una aplicación se debe conocer bien al público objetivo. De esta forma, se les proporcionará una herramienta que cumpla sus expectativas y les sea de utilidad. Por ello, se decidió realizar un diseño centrado en el usuario, desde la captura de requisitos hasta la evaluación final del sistema, mediante la participación de una serie de instituciones.

Este Trabajo de Fin de Máster se ha realizado en el marco del proyecto “Aulas TIC de Autismo España. Validación e implementación de recursos TIC” del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte coordinado por la Conferencia Autismo España, y colaborando de forma conjunta con cinco entidades del ámbito educativo a nivel nacional: la Asociación Autismo Sevilla, la Asociación El Alba-Autismo Burgos, Asociación Desarrollo-Autismo Albacete, CEE CEPRI de Madrid y la Asociación Aleph-TEA de Madrid. Como se ha explicado anteriormente, muchas personas con TEA necesitan de apoyos visuales para comunicarse y los pictogramas son en muchas ocasiones un sustituto del lenguaje oral o escrito para ellos. Esta razón motiva el desarrollo de una aplicación cuyo propósito reside en facilitar la utilización de pictogramas en el ámbito educacional y promover la adquisición de competencias y habilidades de niños y niñas con TEA.

El proyecto de “Aulas TIC” contribuye a mejorar los programas de educación especial, con los objetivos de identificar a los usuarios potenciales, asegurar que las aplicaciones cumplen con las necesidades del colectivo, identificar

problemas y proporcionar mejoras de uso. Siguiendo estos propósitos, la elaboración de este proyecto se centra en el usuario final, y durante su desarrollo, se ha ido guiando a través de las necesidades que han ido manifestando las entidades colaboradoras en las reuniones mantenidas en el transcurso de este.

Las fases que se han seguido durante este proyecto son las siguientes:

1. Identificación de requisitos: en esta fase se reúnen los principales requisitos proporcionados por el colegio CEPRI de Madrid, como se verá a continuación.
2. Implementación de la herramienta y evaluación preliminar: aquí se realiza el desarrollo de la aplicación junto con una evaluación inicial con las entidades colaboradoras.
3. Evaluaciones con los usuarios finales: tras finalizar la aplicación, con el fin de validar y verificar la usabilidad por parte de los profesionales y los usuarios finales, se llevaron a cabo evaluaciones heurísticas, de materiales y competencias.

4.2. Identificación de requisitos

Para identificar los requisitos y el alcance de la aplicación, se contó con la colaboración del Colegio de Educación Especial CEPRI, un centro específico para personas con TEA severo y deficiencias cognitivas asociadas. De esta forma, se consiguió la perspectiva a nivel profesional de educadores en contacto directo con niños que padecen TEA.

Esta reunión tuvo lugar en la Calle San Sebastián, 25, 28220 Majadahonda, Madrid, a fecha 20 de Noviembre de 2017 a las 13:00 horas. Los asistentes a esta reunión fueron:

Pertenecientes al Colegio CEPRI:

- Cristina Gómez Gregorio
- Mar González Lillo
- Andrea Rodríguez-Noriega

Pertenecientes a la Universidad Complutense de Madrid:

- Raquel Hervás Ballesteros
- Gonzalo Méndez Pozo
- Alejandro Martín Guerrero

Al estar trabajando en un proyecto relacionado con TEA, concretamente en la traducción de frases a pictogramas, se consideró importante tener la opinión de un experto que estuviese en contacto con niños que padecen autismo. De esta forma, se buscó saber cómo de útil era la aplicación que se iba a llevar a cabo, junto con una retroalimentación de aspectos que se puedan mejorar o incluir en el proyecto.

Gracias a Raquel Hervás, que se puso en contacto con Laura García (Responsable de proyectos sociales de la Confederación AE), conseguimos establecer una reunión con la directora del colegio CEPRI, especializado en alumnos con TEA (Trastornos del Espectro Autista).

Al iniciar la sesión, les explicamos quiénes éramos y la idea de nuestro proyecto de realizar un sistema de traducción de texto a pictogramas. Para que entendieran el contexto y el funcionamiento, llevamos la aplicación para tablets que se realizó en 2013/2014 como se puede ver en la Sección 3.3.2 con una temática parecida. Antes de darnos una opinión nos concretaron una serie de puntos de interés para que tuviésemos en cuenta:

- Los niños con los que trabajan se comunican principalmente mediante el uso de imágenes y pictogramas.
- En el colegio tienen distintos niveles de complejidad de pictogramas:
 - **Simples:** para aquellos niños que tienen un mayor problema de comprensión y entendimiento. Estos pictogramas son muy esquemáticos y están en blanco y negro con el fin de no distraer la atención del usuario.
 - **Compuestos:** estos pictogramas están en color y los utilizan con niños cuyo grado de entendimiento es mayor. También los utilizan para asociar conceptos con colores.
- Los colores de los pictogramas van por categorías identificando diferentes tipos de actividades (ocio, comidas, etc.) y conforman el fondo de la imagen. Por ejemplo, el pictograma de la Figura 4.1 tiene el fondo verde, indicando que pertenece a la categoría de comida.

Esto les proporciona un refuerzo visual a los niños con el fin de que entiendan mejor el concepto que se les presenta.

- Han creado el proyecto PEANA (Proyecto de Estructuración Ambiental en el aula de Niños/as con Autismo)(Joaquina de Dios et al., 1990), el cual se centra en la utilización de claves visuales orientadas a dos ámbitos: ordenación del espacio y ordenación del tiempo (Piluca, 2015).

En referencia a la idea planteada, les parece una idea muy buena proponiendo diferentes mejoras, pero les interesa más una aplicación que, además

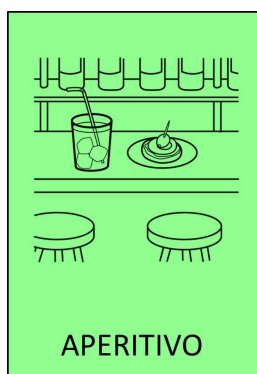


Figura 4.1: Pictograma de ARASAAC categorizado según el color de fondo

de proporcionar este servicio, les sirva como editor de pictogramas. A continuación se concretan las necesidades expresadas por las educadoras de la institución:

Respecto al servicio de traducción:

- Una vez traducida la frase no quieren que aparezcan los determinantes o las preposiciones, buscan que los pictogramas sean sencillos y por tanto la oración traducida quede de la forma más sintetizada posible.
- Sería interesante tener la posibilidad de asignarles ellos los colores de fondo.
- Querían poder ordenar, borrar o añadir pictogramas una vez traducida la frase.

Otros requisitos:

- No les interesa la traducción de un documento entero, al tener que realizar modificaciones de los pictogramas obtenidos prefieren hacerlo frase por frase.
- Requieren de un formato Editor, para la edición de pictogramas con la opción de integrar un texto al lado y poder modificarlos, dando la alternativa de dejar algunos bloques en blanco. Esto es lo más relevante para ellos que ha de tener la aplicación. Más adelante veremos por qué este apartado es tan importante.
- Utilizar siempre al traducir la frase los infinitivos de los verbos, ya que el tiempo verbal muy pocos consiguen entenderlo y para ello hacen uso de colores.

Tras estas pautas, nos enseñaron el sistema que están utilizando actualmente

para elaborar el material de las clases, BoardMaker, ya mencionado en el Capítulo 3. Como consecuencia del precio tan elevado de la licencia supone que solo tengan este sistema en un ordenador. Por tanto, la creación del contenido necesario para impartir las clases se ve limitado al tener que hacerlo en el área de trabajo, ya que desde sus hogares les es imposible al no contar con esta herramienta. Este es el motivo por el cual nos piden hacer en la aplicación un formato Editor parecido a BoardMaker, con el fin de facilitarles esta labor dándoles la oportunidad de trabajar desde sus viviendas.

Esta reunión nos fue de gran ayuda, acercándonos un poco más al problema real de estas instituciones con los materiales y sistemas existentes para la creación de contenido. Además, nos permitió conocer lo que necesitan y orientar así el proyecto un poco más a sus necesidades, con el fin de ayudarles en la gran labor que están haciendo y mejorar la educación y la formación de todos aquellos que padezcan algún tipo de trastorno autista.

Concluyendo, tras su cooperación, se obtuvieron los siguientes requisitos principales:

- La herramienta debería ser fácilmente accesible desde distintos dispositivos, facilitando así el trabajo de los profesionales tanto en el aula como en el hogar.
- Los pictogramas a utilizar deben ser los de ARASAAC, que son los que conocen los alumnos. Dependiendo del nivel de los alumnos, en ocasiones se necesita trabajar en blanco y negro ya que los colores pueden distraerles.
- La herramienta debería ser flexible, permitiendo la edición de los materiales en distintas distribuciones espaciales según las necesidades de cada actividad.
- En algunos casos será necesario incluir texto junto a los pictogramas con los que se está trabajando.

4.3. Implementación de la herramienta y evaluación preliminar

Tras los requisitos obtenidos surge un nuevo enfoque y un desvío del planteamiento original. Una de las necesidades primordiales de los profesionales consiste en disponer de un modo de edición capaz de añadir, modificar o eliminar pictogramas en forma de cuadrícula. Para cumplir estos objetivos, se decidió implementar la herramienta como una aplicación web. Esto la hace accesible desde cualquier dispositivo (móvil, tablet, ordenador), de una manera mucho más flexible que si se desarrollara como una aplicación móvil

para Android o iOS por los problemas de compatibilidad entre dispositivos y versiones que esto podría suponer. Así, la aplicación tiene dos partes claramente diferenciadas: la página web en la que se realiza la edición de los materiales, y un servicio web de traducción que dado un texto permite traducirlo a pictogramas y usar esta traducción como parte del material con el que se está trabajando. La arquitectura completa del sistema se puede ver en el Capítulo 5, y la implementación de ambas partes se puede ver en los Capítulos 6 y 7.

Teniendo el proyecto definido, sólo faltaba comprobar su aplicación en el entorno educacional. El grupo NIL de la Universidad Complutense de Madrid y la Confederación de Autismo de España hicieron esto posible concertando una reunión en febrero con varias entidades de distintas comunidades autónomas, especializadas en el ámbito de autismo. Esto supuso finalizar la implementación de PICTAR a tiempo para esta reunión, donde además de esta aplicación se presentaron otras en las que podrían estar interesadas, las cuales tras exponerlas fueron probadas posteriormente por las instituciones, consiguiendo así una retroalimentación importante sobre varios aspectos del proyecto, desde su uso hasta algunos cambios e ideas nuevas respecto a la funcionalidad. La evaluación de esta reunión se verá más adelante en el Capítulo 8.

4.4. Evaluación con los usuarios finales

Tras terminar las dos primeras fases, llega el momento de las evaluaciones con los profesionales y los usuarios finales que van a hacer uso de la aplicación. Gracias a la colaboración de las entidades educativas, se han podido realizar evaluaciones tanto de generación de contenido en pictogramas como de los alumnos con TEA. Las primeras están orientadas a los profesionales, los cuales valoraron la aplicación tras utilizarla para generar materiales, como cuentos, agendas, ejercicios, etc., comparándola con las herramientas que ellos utilizan en su día a día, por medio de unos cuestionarios. Respecto a las evaluaciones de competencias, están orientadas a evaluar la utilidad de la aplicación en alumnos con TEA. Para ello se les proporcionó tres objetivos principales a analizar a través de distintas competencias. Los cuestionarios y formularios utilizados en estas evaluaciones han sido proporcionados por el grupo NIL.

Además, se llevaron a cabo tres evaluaciones heurísticas por expertos en usabilidad. Todas las evaluaciones han aportando una gran retroalimentación a este proyecto y se pueden ver en el Capítulo 8.

Capítulo 5

Arquitectura del sistema

*Sólo aquellos que se arriesgan a ir
demasiado lejos, pueden descubrir hasta
dónde se puede llegar.*
T.S. Eliot

En este capítulo se pretende dar una visión general del sistema, una percepción conceptual de las etapas recorridas, un boceto de la arquitectura desarrollada, y un esquema de las funcionalidades implementadas, incluyendo una guía de acceso al servicio y la aplicación.

5.1. Desarrollo de la arquitectura del proyecto

En este apartado se detallará la descripción de la arquitectura diseñada tanto para el servicio de traducción como para la página web. En la Figura 5.1 se pueden ver de forma gráfica los distintos componentes que la forman.

En este proyecto se hace uso de un servidor perteneciente a la Universidad Complutense de Madrid, accesible en la dirección `hypatia.fdi.ucm.es`. Este servidor tiene instalado Apache Tomcat y MySQL entre otros servicios. El primero de ellos se utiliza para lanzar el servicio de traducción, el cual está disponible en una url que veremos más adelante. El segundo será el sistema de gestión de base de datos elegido para almacenar la información relativa a los pictogramas. A su vez PICTAR, la aplicación web, también está alojada en este servidor. Veamos más en detalle cada una de estas partes.

5.1.1. Servidor de base de datos

Este componente es el encargado de la persistencia de los datos, que comprenden la correlación entre las palabras y la url de los pictogramas. El

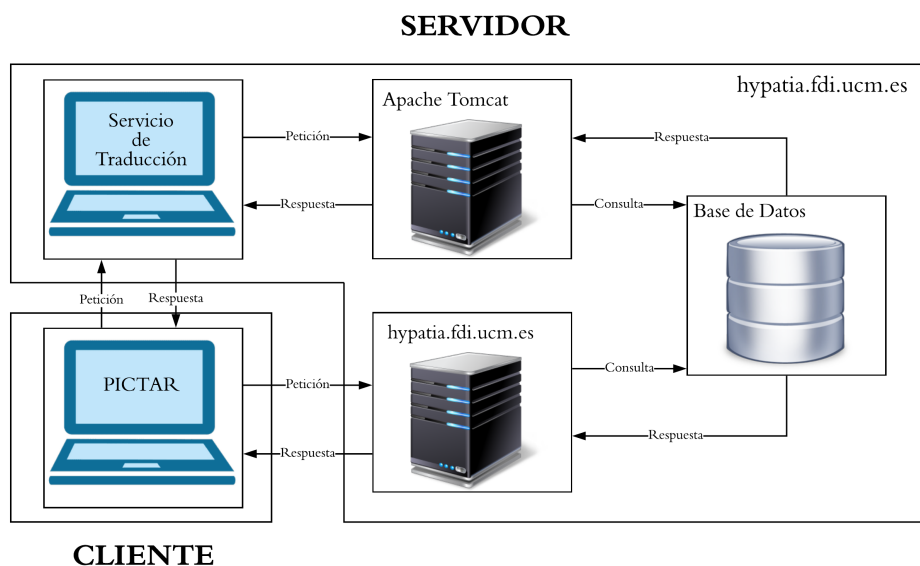


Figura 5.1: Diagrama de la arquitectura del proyecto

sistema encargado de la gestión de la BD se corresponde con MySQL.

En este trabajo, se ha hecho uso de una base de datos constituida por dos tablas. Ambas han sido reutilizadas de un proyecto anterior, AraTraductor (ver apartado 3.3.2), al cual ARASAAC proveyó con todos sus pictogramas más un Excel donde aparece la relación de los pictogramas con las palabras. A partir de ese documento, crearon estas dos tablas, una con las palabras y el identificador relativo al pictograma correspondiente y otra de pictogramas con el identificador y la url donde obtener dicho pictograma. Tras realizar un estudio de dichas tablas para verificar su utilidad en este proyecto se decidió hacer uso de ellas.

La tabla “Palabras” contiene los siguientes atributos:

- **id_palabra:** es la clave primaria de esta tabla, identifica de forma unívoca cada palabra.
- **nombre:** contiene la palabra en cuestión.
- **url:** identificador correspondiente al pictograma de la palabra.

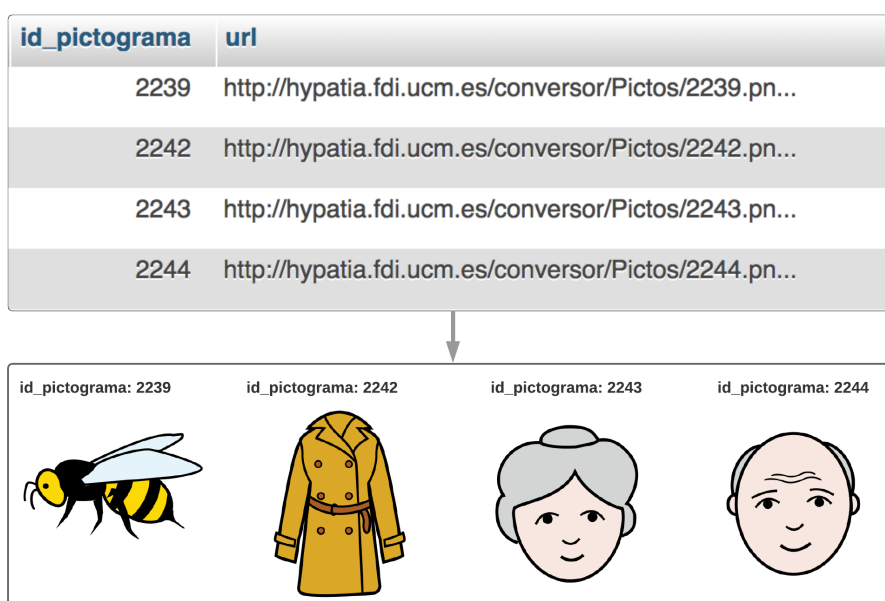
La tabla “Pictogramas” contiene los siguientes atributos:

- **id_pictograma:** es la clave primaria y sirve para relacionar ambas tablas entre sí. Identifica de forma unívoca cada pictograma.

id_palabra	nombre	id_url
1	abeja	2239
2	vestido	2242
3	abrigo	2242
4	abuela	2243
5	yaya	2243
6	abuelita	2243

Figura 5.2: Ejemplo de la tabla *Palabras*

- **url**: es la dirección web donde se obtiene la imagen del pictograma. El formato de esta url es el siguiente: `http://hypatia.fdi.ucm.es/conversor/Pictos/***.png`, siendo los asteriscos el identificador del pictograma (`id_pictograma`).

Figura 5.3: Ejemplo de la tabla *Pictogramas*

El cotejamiento utilizado para la BD es “utf8_general_ci” para evitar cualquier problema de caracteres. Sin embargo, al realizar una consulta “SE-

LECT” donde se busca que el atributo nombre sea igual a “una” en la tabla “Palabras”, la BD devuelve dos resultados. Por un lado la información relativa a “una” y además devuelve un resultado inesperado como es “uña”. Por ese motivo, el cotejamiento del atributo nombre de la tabla “Palabras” se cambió por “utf8_spanish_ci” para solventar los problemas de codificación causados en este caso.

Además, para tener acceso a la base de datos, es necesario acceder mediante unas credenciales (un usuario y una contraseña), ya que no se puede entrar al servicio de forma pública. Por lo tanto, se creó un usuario destinado a este proyecto para su uso.

5.1.2. Servicio de Traducción

La implementación de esta parte se decidió hacer en el lenguaje de programación Java por la versatilidad que ofrece y el gran número de recursos disponibles que tiene, utilizando además el entorno de Eclipse.

Con la finalidad de hacer una herramienta multiplataforma accesible desde cualquier dispositivo, se optó por realizar una aplicación web, concretamente, un servicio REST. Este tipo de servicio tiene la ventaja de separar el lado del cliente y el servidor, comunicándose a través del lenguaje XML o JSON, siendo independiente uno del otro. Para implementarlo se ha hecho uso del framework Jersey, integrado en el proyecto Maven tras incorporar su dependencia al POM.

En este proyecto nos interesa que el servidor devuelva los datos como JSON (JavaScript Object Notation). Esto se debe a la facilidad que ofrece en lo respectivo al intercambio de información entre aplicaciones y su utilización cada vez mayor en la actualidad.

No obstante, antes de tomar la decisión de utilizar JSON también se planteó la opción de devolver un XML, otro de los formatos más utilizados en aplicaciones web. Aunque la diferencia entre ambos es muy pequeña, se optó por JSON. Tiene una sintaxis más sencilla que XML, haciendo que su lectura sea más simple y el resultado está menos sobrecargado en comparación con el formato de marcado de XML.

5.1.3. Servidor Tomcat

En el lado del servidor se encuentra Apache Tomcat, donde está alojado el servicio de traducción. Además de contener el WAR de este trabajo, tiene desplegadas varias aplicaciones web. La versión de la que se dispone en el servidor es la 7.0.68.

Para acceder al servicio de traducción se debe introducir la siguiente dirección: <http://hypatia.fdi.ucm.es:5223/PICTAR/traducir/frase>. Está compuesta por la ruta del servidor (hypatia.fdi.ucm.es:5223), el nombre del servicio (PICTAR), el nombre del método a ejecutar (traducir) y por último la frase.

Con el fin de unificar las partes de la arquitectura correspondiente al servicio de traducción y tener una visión clara de su funcionamiento, se presenta el siguiente ejemplo. El cliente empieza introduciendo una frase seguida de la url del servicio (mencionada en el párrafo anterior) enviándola al servidor. Internamente se realiza un análisis morfológico y una lematización de las palabras de la frase. Este paso permite encontrar un mayor número de palabras en la base de datos y a su vez conjuntos de palabras consecutivos, denominados N-gramas, explicado en detalle en el Capítulo 6. Realizado este procesamiento inicial de la frase, se procede con consultas a la BD guardando los identificadores de los pictogramas correspondientes. Al finalizar este proceso, se devuelve el resultado en formato JSON al cliente. Para obtener las imágenes relacionadas con los identificadores se emplea el servicio de hypatia: <http://hypatia.fdi.ucm.es/conversor/Pictos/idPictograma>.

5.1.4. PICTAR

Por último se encuentra la aplicación web. La aplicación, como se verá en el Capítulo 7, está dividida en dos partes. Por un lado, hace peticiones al servicio de traducción, que se encargará de convertir los identificadores de los pictogramas, devueltos por el servicio, en las imágenes pertinentes. Por otro, pone a disposición del usuario un modo editor.

Se pretende crear una página completamente *responsive* que se adapte a cualquier dispositivo. A día de hoy, la mayoría de centros de enseñanza cuentan con iPads o dispositivos electrónicos que les sirven como apoyo en clase, incluso se fomenta su utilización por medio de la tendencia *Bring Your Own Device*. Por este motivo, se busca una aplicación capaz de ser lo más accesible posible. Para ello se hacen uso de una serie de tecnologías que facilitan esta tarea.

El desarrollo de la página web se ha realizado con HTML5, un lenguaje de marcado utilizado para estructurar y componer una página web. Tiene una serie de nuevas etiquetas respecto a la versión anterior, las cuales permiten organizar mejor la disposición básica de la página. Estas etiquetas facilitan la división entre cabecera, barra de navegación, pie de página y otras secciones. También ofrece soporte para vídeo y audio de forma nativa sin tener que incluir código flash o recurrir a un plugin externo. Permite la ejecución en hilos separados de la interfaz del navegador con Javascript y un código más

limpio, al dar la posibilidad al usuario de eliminar algunas etiquetas que puede sustituir por elementos semánticos.

A este lenguaje le acompañan CSS3 para determinar el estilo de la interfaz, junto con Javascript, AJAX y jQuery que componen la parte del cliente y PHP para el lado del servidor.

Javascript ayuda a mejorar el diseño de la aplicación aportando dinamismo mediante la modificación de la estructura de la interfaz, haciendo uso de funciones relacionadas con las acciones del usuario, desde los eventos de ratón a la actualización de la página. Su combinación con jQuery, una librería específica de Javascript que permite utilizar funciones de éste de forma simplificada, se considera indispensable para conseguir una buena página web. Algunas de las características más relevantes de ambos son:

- Son open-source.
- Ofrecen funciones de validación de campos y formularios.
- Modifican el CSS, pudiendo cambiar tanto las propiedades como las clases de la hoja de estilos, incluso después de que se haya cargado la página.

Asimismo, se hace uso de AJAX para realizar peticiones asíncronas y de este modo no tener que recargar la página web al hacer una consulta al servidor. Se obtiene la respuesta del servidor en segundo plano, obteniendo pequeños bloques de datos con los que modificar el contenido de nuestra página creando efectos dinámicos.

La página web de PICTAR se encuentra disponible en la siguiente dirección: <http://hypatia.fdi.ucm.es/pictar/>. Se explicará en más detalle en el Capítulo 7.

Capítulo 6

Servicio de traducción de texto a pictogramas

Existe un lenguaje que va más allá de las palabras.

Paulo Coelho

6.1. Introducción

Desde el origen del lenguaje, este se ha ramificado y diversificado, ya sea por la hipótesis de la monogénesis, la poligénesis o teorías mitológicas como la Torre de Babel, resultando en una ingente cantidad de idiomas, estimándose en la actualidad unos 7.000 hablados por todo el mundo. Más allá de la cantidad, lo fundamental de un lenguaje es el poder de comunicación, es decir, la capacidad de entendimiento entre el emisor y el receptor independientemente del idioma. Para ello se necesita la traducción, “pasar de un lado a otro” si se aborda el significado literal de la palabra. La traducción se considera un proceso mediante el cual se consigue de un mensaje de entrada (input), un mensaje de salida (output) cuyo significado es el mismo.

Además de los lenguajes hablados se debe atender también aquellos no verbales como kinésico, facial, icónico, lenguajes artificiales, etc. En concreto, en este capítulo se va a hablar de cómo realizar la traducción al lenguaje pictográfico.

El objetivo del servicio de traducción de texto a pictogramas, es convertir una frase introducida por el usuario en un archivo JSON que contiene de forma estructurada la traducción a pictogramas. A continuación, se explicará como se ha implementado.

6.2. Estructura del proceso de traducción a pictogramas

Este servicio está compuesto por varias etapas, como se muestra en la Figura 6.1.

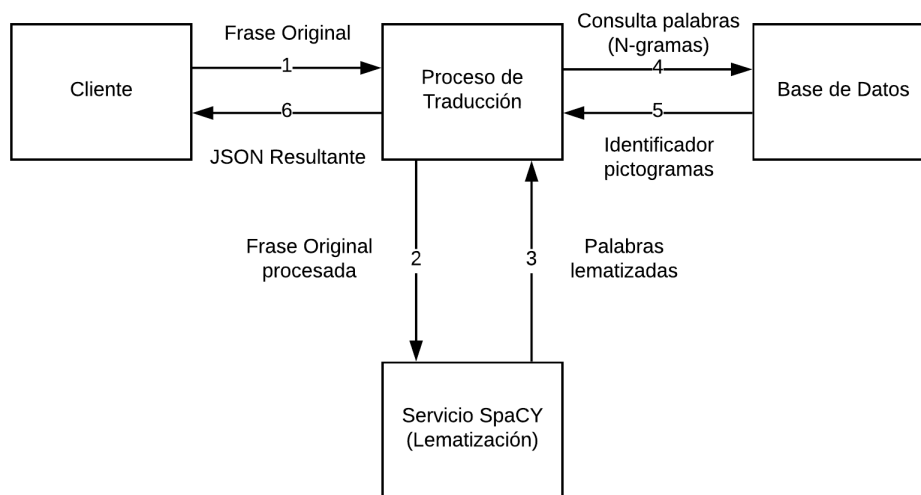


Figura 6.1: Diagrama del servicio de traducción

La primera etapa comienza en el lado del cliente introduciendo una frase desde la url del servicio para ser transformada a pictogramas (1). Esa frase la recibe el proceso de traducción, el cual se encarga tanto del procesamiento como la distribución de tareas, enviándola a un servicio que procederá a realizar el análisis morfológico y la lematización¹ de las palabras (2). Por ejemplo, en el caso de un verbo si está conjugado necesitaremos el infinitivo, ya que en la base de datos no encontraremos derivaciones de este. El servicio devuelve al proceso de traducción el resultado obtenido (3). Seguidamente, se empiezan a buscar los lemas en la base de datos, atendiendo no solo a buscar palabra por palabra sino a buscar conjuntos de palabras (4). Un conjunto recibe el nombre de N-grama como se verá posteriormente. Este proceso termina cuando ha consultado todas las palabras de la frase (5). En este momento, ya se dispone de los identificadores de los pictogramas resultantes de la traducción, los cuales se envían al cliente (6).

A continuación se irá explicando con detalle todo el procedimiento llevado a cabo en estas etapas en las siguientes secciones.

¹La lematización es un proceso lingüístico que consiste en, dada una forma flexionada (es decir, en plural, en femenino, conjugada, etc), hallar el lema correspondiente. (Wikipedia, s.f.b)

6.3. Preprocesamiento léxico a través del análisis de dependencias

El primer paso necesario para realizar la traducción consiste en recibir una petición GET, con la que obtener la frase introducida por el cliente mediante la URI establecida (“/PICTAR/traducir”).

Una vez conseguida, la siguiente fase es realizar un análisis morfológico analizando las categorías gramaticales de cada palabra, además de la lematización correspondiente. La importancia de conseguir el lema de las palabras reside en cómo se encuentran en la base de datos de ARASAAC, ya que por lo general, cada pictograma está relacionado con el lema de una palabra. Por ejemplo, en la BD se encuentra el verbo “comer” pero en cambio no está ninguna de sus derivaciones. Del mismo modo podríamos pensar en un adjetivo “felices”, el cual tampoco está sino que encontraremos únicamente su lematización “feliz”. Por lo tanto, es un proceso imprescindible si realmente queremos una traducción de pictogramas lo más completa posible encontrando el mayor número de ellos acordes con la oración.

Antes de proceder a la lematización, se comienza analizando la frase del usuario, con el fin de eliminar los caracteres y símbolos que no son alfanuméricos. De esta manera, se asegura la correcta sintaxis de la oración evitando problemas que impidan el correcto funcionamiento del servicio. En este análisis se hace uso de expresiones regulares, donde además de la eliminación de caracteres mencionada anteriormente, se quitan los espacios en blanco adicionales. Es decir, únicamente se deja un espacio entre palabras, y en el caso de existir más de uno se elimina al igual que los espacios iniciales y de fin de frase.

Llegados a este punto ya se puede llevar a cabo el análisis y proceso de lematización, para el cual se investigaron distintas herramientas.

6.3.1. Maltparser

La primera opción que se consideró fue Maltparser (Hall et al., s.f.), un sistema para el análisis sintáctico disponible en varios idiomas. Maltparser utiliza técnicas de aprendizaje automático a partir de modelos de dependencias con los que se le va entrenando. Concretamente, en la versión de español está entrenado a partir del árbol IULA, un banco que contiene más de 42.000 oraciones, desarrollado dentro del proyecto Metanet4U (Fabra, s.f.). Maltparser se puede usar a través de un servicio web basado en SOAP, al cual se puede acceder mediante el archivo *wSDL* que proporciona.

El problema de este servicio es que no puede analizar texto plano directamente, ya que los datos de entrada los exige en el formato CONLL (Buchholz y Marsi, 2006). Es decir, necesita de un tokenizador capaz de convertir la frase introducida en ese formato, haciendo uso de un servicio externo como puede ser Freeling (Padró y Stanilovsky, 2012). El tokenizador tiene la función de transformar una cadena en una secuencia de objetos representados en XML, de acuerdo a un conjunto de reglas extraídas de un archivo de configuración.

Sin embargo, aunque Maltparser cuenta con las funcionalidades para devolver el análisis y lemas deseados, si se quiere utilizar se tiene que hacer uso de otro servicio con el fin de obtener el formato requerido de entrada. Por este motivo se descartó, puesto que existen otros servicios que no necesitan de este preprocesamiento.

6.3.2. Stanford CoreNLP

Desde hace varios años la universidad de Stanford ha ido realizando considerables progresos en el campo del procesamiento del lenguaje natural, mediante su equipo de investigación NLP. Han desarrollado varias distribuciones de software y módulos en este ámbito además de en programación neurolingüística. Entre ellas, se encuentra Stanford CoreNLP (D.Manning et al., 2014), una herramienta implementada en Java que permite el análisis de texto. Cubre una serie de características importantes, las cuales hacen que sea una de las más utilizadas:

- Soporta hasta seis idiomas (Inglés, Árabe, Chino, Francés, Alemán y Español).
- Ofrece un kit de herramientas con una amplia gama de funciones de análisis gramatical.
- Dispone de una API para muchos lenguajes de programación.

Para incorporar este servicio a Eclipse, únicamente debemos de integrar la dependencia en el archivo POM y ya puede ser utilizado. Después de añadirlo, desde la clase en Java se debe de crear un objeto `StanfordCoreNLP`, al cual se le deben de pasar como argumento una serie de propiedades, como se puede ver en el siguiente código.

Creación de un objeto StanfordCoreNLP

```

1  StanfordCoreNLP pipeline = new StanfordCoreNLP (
2    PropertiesUtils.asProperties (
3      "annotators", "tokenize, ssplit, pos, parse",
4      "ssplit.isOneSentence", "true",
5      "depparse.model" ,"edu / stanford / nlp / models /
      parser / nndep / UD_Spanish.gz",
6      "depparse.language", "español",
7      "pos.model", "edu / stanford / nlp / models / pos-tagger
      / spanish / spanish-distsim.tagger",
8      "parse.model", "edu / stanford / nlp / models /
      lexparser / spanishPCFG.ser.gz",
9      "tokenize.language", "es"));

```

Estas propiedades definen los modelos que vamos a utilizar indicando que los cargue en español, el análisis sintáctico de dependencias (*depparse*), las etiquetas correspondientes a la categoría gramatical (*pos*) y el analizador (*parse*). Asimismo se establece que queremos dividir la secuencia de tokens en oraciones.

Una vez defina la variable que contiene al objeto de tipo Stanford, se va a hacer uso de dos clases. Una es *Annotator* (Anotador), la cual se encargará de realizar el parseo, la tokenización (división del texto en palabras) y otras funciones similares relativas a las oraciones. Y otra denominada *Annotation* (Anotación), que actúa como una estructura que contiene a los anotadores.

Por lo tanto, con estas clases ya podemos realizar el análisis de la oración cuyo resultado se almacenará en una lista, la cual iremos iterando para extraer la información léxica pertinente. A continuación, vemos un ejemplo en la Figura 6.2:

```

0 [main] INFO edu.stanford.nlp.pipeline.StanfordCoreNLP - Adding annotator tokenize
12 [main] INFO edu.stanford.nlp.pipeline.StanfordCoreNLP - Adding annotator ssplit
18 [main] INFO edu.stanford.nlp.pipeline.StanfordCoreNLP - Adding annotator pos
708 [main] INFO edu.stanford.nlp.tagger.maxent.MaxentTagger - Loading POS tagger from e
709 [main] INFO edu.stanford.nlp.pipeline.StanfordCoreNLP - Adding annotator parse
1057 [main] INFO edu.stanford.nlp.parser.lexparser.BaseLexicon - Initializing lexicon s
1065 [main] INFO edu.stanford.nlp.parser.lexparser.BaseLexicon - The 22 open class tags
1119 [main] INFO edu.stanford.nlp.parser.common.ParserGrammar - Loading parser from ser
(da0000 Los) (nc0p000 niños) (vmii000 jugaban) (sp000 en) (da0000 el) (nc0s000 patio)
(sp000 por) (da0000 la) (nc0s000 mañana) (fp .)
Duración: 2.06 s

```

Figura 6.2: Ejemplo ejecución del servicio Stanford CoreNLP

Se ha analizado la frase “Los niños jugaban en el patio por la mañana”. Si nos fijamos en la salida de la ejecución, después de inicializar y cargar los módulos necesarios marcados en color rojo, por cada palabra devuelve la

misma antepuesta por una etiqueta que indica la categoría gramatical. Estas etiquetas destinadas a definir la información morfológica de las palabras se basan en las etiquetas propuestas por el grupo EAGLE (Universidad Politécnica de Cataluña, s.f.), para la anotación morfosintáctica de lexicones y corpus para todas las lenguas europeas.

Aunque en este caso las etiquetas de Stanford no son exactamente las mismas, están diseñadas para seguir este estándar.

Atendiendo al resultado de la Figura 6.2, los tags devueltos se corresponden con la siguiente Tabla 6.1.

Tag	Descripción	Palabra
da000	Artículo	Los, el, la
nc0p000	Nombre común (plural)	niños
vmii000	Verbo (Pretérito imperfecto)	jugaban
sp000	Preposición	en, por
nc0s000	Nombre común (singular)	patio, mañana
fp	Punto	.

Tabla 6.1: Relación de etiquetas con palabras

Junto a estos tags, hay otros 79 más los cuales están disponibles en la página <https://nlp.stanford.edu/software/spanish-faq.shtml>.

Por consiguiente, se dispone de una gran cantidad de etiquetas que definen el tipo de palabra de cada oración. No obstante, este servicio presenta una desventaja. El sistema de lematización solo se encuentra implementado en la versión en inglés, sin estar de momento disponible en español, y por lo tanto se deberá obtener el lema de forma independiente al servicio.

Esto conlleva encontrar un diccionario de palabras con su lematización en español que tenga el mismo conjunto de etiquetas. Al no ser las mismas que las etiquetas EAGLE no se puede realizar una comparación directa, sino que además se necesitaría un preprocesamiento o un sistema de equidad entre las mismas.

Por otro lado, existen diccionarios de parejas de lemas con palabras sin la clasificación de etiquetas. Aunque se pueden parsear de forma sencilla en Java, creando una tabla hash donde la clave es la palabra y el valor es el lema, a la hora de realizar la búsqueda en esta tabla, los términos homógrafos (palabras que se escriben igual pero tienen distinto significado) suponen un problema, ya que al no contar con las etiquetas, la consulta devolverá el primer término que aparezca. Por ejemplo, si se busca la palabra “vino”, puede significar el pretérito perfecto simple del verbo venir o una bebida obtenida de la uva. Pero como la primera que encuentra es la relativa al verbo,

siempre se obtendría el mismo lema “venir”.

Este método fue descartado por la problemática de tener dividido el servicio en dos partes, además de que para la extracción del lema se necesitaría conseguir un diccionario con etiquetas EAGLE y efectuar el preprocesamiento comentado con anterioridad. Esto llevó a buscar otra herramienta que contuviera ambas funcionalidades.

6.3.3. OpenNLP

Otro de los servicios planteados es Apache OpenNLP (Foundation, 2017), una biblioteca de código abierto que ofrece un conjunto de herramientas basadas en el aprendizaje automático para el procesamiento de texto en lenguaje natural. El desarrollo de este proyecto se inició hace más de 12 años y está escrito en Java.

Algunas de las tareas NLP que soporta e interesan en este proyecto son:

- Detección de frases: identifica el inicio y el fin de una frase, aunque puede resultar bastante complicado en ciertas ocasiones.
- Tokenización: divide la oración en partes más pequeñas denominadas tokens.
- POS Tagging: identifica la categoría gramatical de las palabras.
- Lematización: extrae el lema de las palabras.

Principalmente, se requieren las dos últimas con el fin de obtener el cometido propuesto en esta fase, el análisis y proceso de lematización. Primero se necesita un modelo creado a partir de datos de entrenamiento, y después un diccionario que contenga todas las combinaciones posibles de palabras y lemas con su correspondiente tag. Si se dispone de ambas ya se puede realizar el proceso de lematización. En este caso, el tag que utiliza no procede de EAGLE, como se ha hablado anteriormente, sino que hace uso de las etiquetas definidas en el Penn Tree Bank (Santorini, 1990), las cuales no siguen la misma notación.

Al igual que los anteriores este servicio está disponible en varios idiomas, optimizado al inglés, pero no dispone de un modelo y diccionario compatibles en español impidiendo conseguir el lema. Por este motivo, se termina descartando.

6.3.4. SpaCy

Tras estudiar los servicios anteriores, se recurrió a SpaCy y es el que se ha utilizado en este proyecto. SpaCy (Honnibal et al., 2015) es una herramienta de procesamiento del lenguaje natural considerada una de las más rápidas en análisis, reconocimiento de entidades y etiquetado de una oración, además de ofrecer varios modelos en distintos idiomas y estar disponible en los sistemas operativos más relevantes. Está entrenado con los datos procedentes de An-Cora (Recasens y Martí, 2010) y también de WikiNER Corpus (Nothman et al., 2012). En la Tabla 6.2 se puede ver el porcentaje de precisión que ofrece.

Precisión de Sintaxis	
UAS (Unlabelled dependencies)	90.29
LAS (Labelled dependencies)	87.31
POS (Part-of-speech tags)	96.86

Tabla 6.2: Precisión de SpaCy

Para empezar a utilizar el servicio lo primero es proceder con la instalación, la cual se puede hacer mediante los comandos de “*pip*” o “*conda*”. Una vez instalado, se puede utilizar generando un script en Python. Después de importar la librería de SpaCy, cargamos el modelo que nos interesa, en este caso, el de español (“*es_core_news_sm*”) y a partir de las funcionalidades ofrecidas por este servicio le pasamos la frase como argumento, diciéndole que nos devuelva el lema de cada palabra junto con su categoría gramatical. En la Tabla 6.3 se muestra un ejemplo de ejecución.

python SpacyService.py “los coches rojos eran más grandes”			
los	DET	lo	DET_Gender=Masc Number = Plur
coches	NOUN	coche	NOUN_Gender=Masc Number = Plur
rojos	ADJ	rojo	ADJ_Gender=Masc Number = Plur
eran	AUX	ser	AUX_Mood=Ind Number= Plur Person = 3 ...
más	ADV	más	ADV
grandes	ADJ	grande	ADJ_NUMBER = Plur

Tabla 6.3: Ejemplo ejecución servicio SpaCy

Como se puede apreciar en el ejemplo, la primera fila contiene el comando python para ejecutar el script, compuesto por un primer argumento que se corresponde con el nombre del script, al cual se le ha asignado el nombre de SpacyService.py y como segundo argumento recibe la oración suministrada por el cliente entre comillas. El resultado obtenido de esta ejecución son el resto de filas.

Cada fila está formada por cuatro columnas, las cuales contienen información referente a distintas características lingüísticas. A continuación se expone el significado de cada una de ellas.

- La primera columna: devuelve las palabras en el estado original de la frase.
- La segunda columna: informa de la categoría gramatical de la palabra, mediante etiquetas que siguen el esquema de Dependencias Universales ² (Nivre et al., 2016). Dichas etiquetas no codifican ninguna característica morfológica, únicamente cubren el tipo de palabra. Se obtienen accediendo al atributo *Token.pos*.
- La tercera columna: devuelve el lema de la palabra, accesible en *Token.lemma*.
- La cuarta columna: indica algunos detalles adicionales de la morfología como, género, número, tiempo verbal, persona, etc. Se accede a ella a través de *Token.tag*.

La forma de integrar este script con Eclipse se realizó mediante la clase *Process*. Se necesitaba un medio capaz de lanzar un proceso desde la línea de comandos y obtener su salida estándar para procesarla más adelante y fue esta clase la que nos permitió conseguirlo. A través de *Runtime.getRuntime.exec("sentencia a ejecutar")* y un *BufferedReader*, almacenamos el resultado del servicio SpaCy en un array. Aunque antes de guardarlo en dicho array pasa por un filtro, aquí es donde el análisis morfológico nos interesa. Para entender esto vamos a verlo con el siguiente ejemplo de la Figura 6.4

python SpacyService.py "las casas con jardín tienen más espacio"			
las	DET	los	DET_Gender=Fem Number = Plur
casas	NOUN	casar	NOUN_Gender=Fem Number = Plur
con	ADP	con	ADP_AdpType=Prep
jardín	NOUN	jardín	NOUN_Gender=Masc Number = Sing
tienen	VERB	tener	VERB_Mood=Ind Number= Plur Person = 3 ...
más	ADV	más	ADV
espacio	NOUN	espaciar	NOUN_Gender=Masc Number = Sing

Tabla 6.4: Ejecución SpaCy con términos incorrectos

En este ejemplo se puede observar como las filas en rojo devuelven un resultado inesperado tras pasar por el servicio SpaCy, como “casas” la cual en el resultado aparece como “NOUN” y devuelve el lema “casar” que no se corresponde en este caso con el que nos interesa. De igual modo, pasa lo mismo con la palabra “espacio”, obteniendo en la lematización “espaciar”. Por otro lado, el determinante “las” lo transforma en “los”. Como veremos más adelante cuando expliquemos el concepto de N-gramas, esto tampoco nos conviene. Asimismo, las preposiciones y números siempre nos van a dar

²El esquema de notación se basa en las dependencias de Stanford, el etiquetado gramatical de Google (POS) y y la interlingua Interset para marcadores morfosintácticos.

el mismo resultado a excepción de la proposición “salvo” cuyo lema devuelve “salvar”.

No en todos los casos nos beneficia la lematización de todas las palabras. En concreto, los nombres, determinantes, preposiciones y números es preferible que se queden como están. Por lo tanto cuando se almacenen los valores en el array del resultado del servicio, se filtrarán obviando el lema de estas categorías gramaticales quedándonos con la palabra original. Aquí reside la importancia de obtener el análisis morfológico, para después detectar estas palabras que no vamos a lematizar porque como se ha visto perjudicarían la traducción.

Una vez llegados a este punto, tenemos guardado en un array cada una de las palabras con su análisis. A continuación se procede a buscar las palabras de la oración con los lemas obtenidos en la BD.

6.4. Búsqueda de términos basada en N-Gramas

En la sección previa se ha mencionado el término N-grama pero no se ha explicado. Un N-grama es una sucesión de n palabras cuya unión puede tener un significado conjunto y estar representado por uno o más pictogramas.

En la base de datos de ARASAAC existen muchas expresiones de este tipo con un único pictograma asociado, como por ejemplo “crema solar” (2-grama) o “saltar a la pata coja” (5-grama). En estos casos, una traducción palabra a palabra causaría una pérdida de información importante para los usuarios. Por este motivo, en lugar de realizar una simple correspondencia palabra-pictograma, se realiza un tratamiento adicional de N-gramas.

Así, el servicio compone un procesamiento a partir de cada palabra para ver si junto a las siguientes forma un N-grama con pictograma asociado en ARASAAC. Para llevar a cabo este proceso se barajaron diferentes métodos.

6.4.1. Método por recursión

Este procedimiento es el primero que se consideró, pero se descartó rápidamente al ver la complejidad e ineficiencia del mismo. Este método planteaba construir un árbol cuya base fuese toda la oración e ir formando hijos compuestos por la longitud de la misma menos uno, descomponiendo así en distintos N-gramas la frase, hasta encontrar su igual en la BD.

Con el fin de entender mejor el método, se da el siguiente ejemplo gráfico en la Figura 6.3.

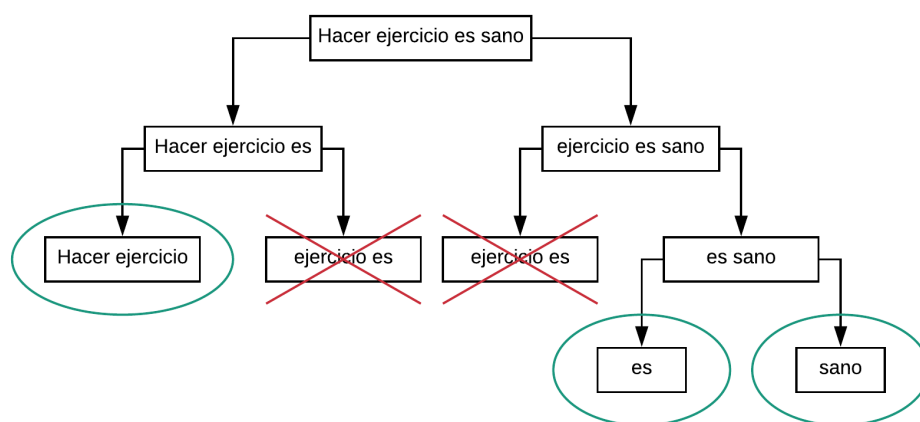


Figura 6.3: Ejemplo del método por recursión

Como se puede observar en el ejemplo, la oración principal formada por una agrupación de 4 palabras es “Hacer ejercicio es sano”, la cual no se encuentra en la BD. A partir de esta oración se generan hijos cuya agrupación de palabras es siempre una menos que la del padre. Termina cuando encuentra el hijo en la BD. En este caso, “hacer ejercicio” forma un bigrama y por separado se encuentran los respectivos lemas de “es” y “sano”.

Esto puede ocasionar problemas cuando sean frases más complejas y largas. La solución se encuentra en los siguientes métodos, los cuales en vez de empezar desde la agrupación más grande, la oración entera, cogen la primera palabra de la frase y la van aumentando de manera progresiva con la siguiente palabra.

6.4.2. Método de concordancia por agrupación limitada

Contemplando el número de N-gramas de la base de datos de ARASAAC se podría estimar que la mayoría se encuentran entre los 2 y 3-gramas. Siendo pocos los que superan el orden de 3. Por lo tanto, se podría limitar la búsqueda de dichos N-gramas a 3 sin considerar aquellos por encima de ese número al ser poco utilizados.

Este método consiste en dado ese valor numérico, 3, ir recorriendo la frase agrupando las palabras desde uno a ese número y ver si concuerdan con un pictograma. Es decir, como si fuese un contador limitado, se empezará buscando en la base de datos una palabra (unigrama), si se encuentra aumentamos el contador y agrupamos esa más la palabra consecutiva (bigrama) y así sucesivamente hasta llegar al máximo establecido.

El problema de este método es justamente la omisión de algunos N-gramas y si queremos conseguir la mejor traducción posible este método no la proporciona. De hecho, en la base de datos de ARASAAC el máximo N-grama está formado por 8 palabras y lo constituye la siguiente frase: “no utilizar el ascensor en caso de incendio”. Aunque no son demasiados los N-gramas mayores a trigamas, no se descarta la posibilidad de que se utilicen. Es por ello que se terminó generalizando este método para cubrir cualquier tipo de N-grama.

6.4.3. Método de concordancia por agrupación ilimitada

Este método generaliza al anterior y es el que se ha utilizado en el proyecto. A continuación se explica en detalle el algoritmo implementado.

Partiendo del array obtenido por el servicio SpaCy, en el cual se encuentran los lemas de las palabras con su categoría gramatical, se va a proceder a buscar los pictogramas correspondientes. En la Figura 6.4 se puede ver el diagrama de flujo aplicado a este procedimiento.

Para ello, la primera fase comienza extrayendo el primer elemento del array y buscando el lema en la BD con una consulta SQL. Como se refleja en el diagrama se pueden dar dos casos:

- Encuentra la palabra, entonces se procederá con otra consulta *SELECT* pero esta vez en la cláusula *WHERE* la palabra a buscar será la que se ha encontrado más la siguiente del segundo elemento del array, utilizando el operador *LIKE*. De nuevo, si las encuentra, se añadirá el lema del tercer elemento del array y así sucesivamente. De esta forma, se van probando los posibles N-gramas que puedan existir. Si se llega al final del array y todo se ha encontrado pasará a la segunda fase. Conforme va encontrando resultados se van guardando las urls pertenecientes a dichos pictogramas, para después poder sacar la imagen.
- No la encuentra, se realiza otra consulta utilizando la palabra original en vez del lema. Si se encuentra sigue el mismo proceso que el punto anterior y en caso contrario, se pasa a la segunda fase.

Por ejemplo, si se recibe la frase “saltaban a la pata coja”, el proceso SpaCy devuelve los siguientes lemas: “saltar a lo pato cojo”. Pero como se ha explicado en la Subsección 6.3.4, algunas categorías gramaticales (nombres, determinantes, preposiciones y números) se dejan como están. De este modo, tras pasar por el proceso de lematización, el array de lemas contendrá la frase “saltar a la pata cojo”.

En consecuencia, el algoritmo empieza cogiendo el primer lema, saltar, el cual va a encontrar en la BD. En la siguiente iteración busca “saltar a” que

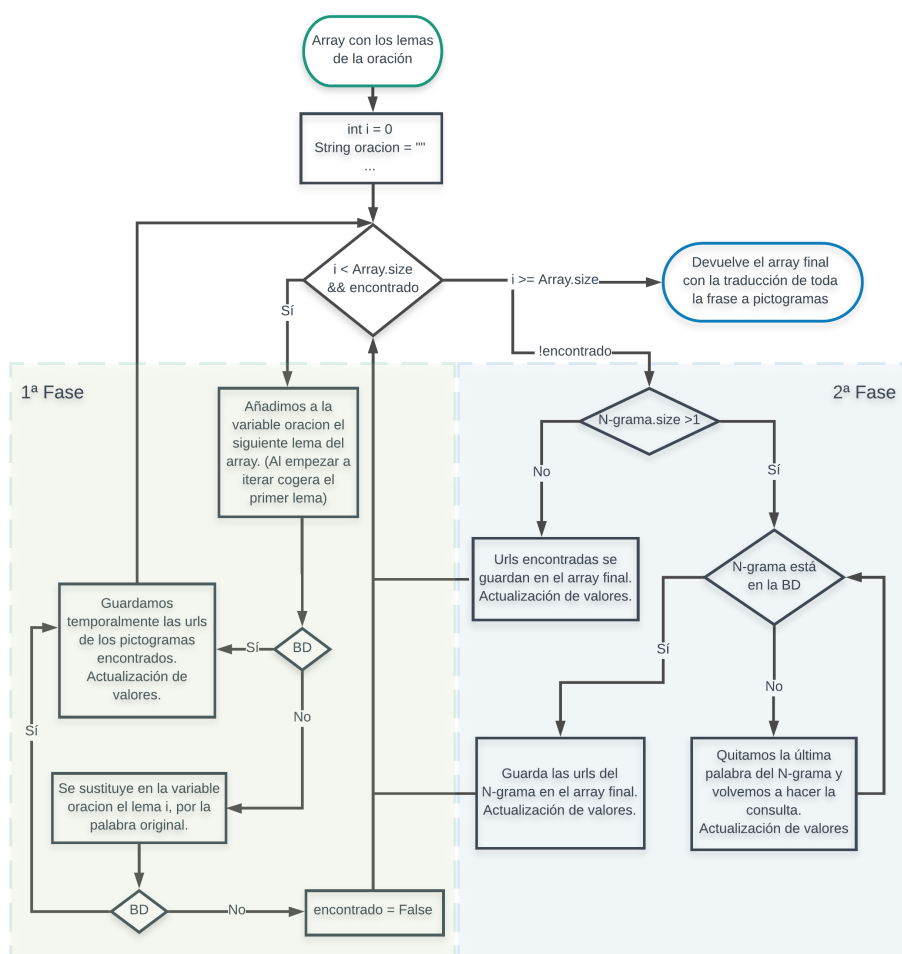


Figura 6.4: Diagrama de flujo

también encuentra, así sucesivamente hasta llegar al último lema y realizar una consulta con la frase “saltar a la pata cojo”. En este momento la consulta va a devolver que no se ha encontrado el N-grama y por tanto cambia el último lema de la oración por la palabra original. Es decir, intercambia “cojo” por “coja” y realiza de nuevo la consulta, siendo ahora el N-grama “saltar a la pata coja”, el cual si está en la BD.

La segunda fase tiene la función de comprobar los resultados devueltos por la primera. Diferenciando también dos casos:

- La secuencia de palabras devueltas por la primera fase es igual a 1 y no se ha encontrado. Imaginemos que tenemos la siguiente frase: “los niños especulaban sobre el partido”. Aquí nos interesa “especular”, la

cual no tiene asignado un pictograma. Por lo tanto cuando la primera parte del algoritmo la busque no la va a encontrar, eso supone que en esta fase no se hace nada con esta palabra y en el resultado deja la url vacía, devolviendo el control a la primera fase para empezar a examinar la siguiente palabra. En la oración anterior esta sería “sobre”.

- La secuencia de palabras devueltas por la primera fase es mayor a 1, y por tanto nos encontramos en la situación de tener un N-grama. Debemos verificar que el N-grama se encuentre de forma íntegra en la base de datos. Es decir, si tenemos la frase: “los niños comían filete de”. Nos fijamos en que es una frase incompleta pero la primera fase nos devuelve las urls relativas a pictogramas de “filete de carne” o “filete de pescado” al realizar la consulta con el operador LIKE y tras la última palabra hacer uso de “%”. Pero en este caso, no se corresponde con la frase original y en la BD “filete de” no está relacionado con ningún pictograma. Es aquí donde se verifica haciendo una consulta a la BD, que exista un pictograma para “filete de”. Si no lo encuentra se probará quitando la última palabra y volverá a hacer otra consulta, así hasta que concuerde con alguna de la BD. Cuando esto suceda se guardará en el array resultante las urls respectivas a dicha palabra. En este ejemplo, guardará las de “filete” y le devolverá el control a la primera fase para que busque la palabra “de”.

El algoritmo termina cuando ha recorrido todos los elementos del array inicial, generando otro con las urls resultantes. El resultado final del servicio de traducción es un JSON con las palabras del texto (agrupadas como N-gramas donde corresponda), y para cada una de ellas los identificadores de los pictogramas asociados en ARASAAC. En la Figura 6.5 se puede ver el resultado de la traducción de la frase “Los niños saltaban a la pata coja”. Por ejemplo, se puede observar que se ha recuperado los identificadores correspondientes al 5-grama “saltar a la pata coja”, y que la conjugación en pasado del verbo “saltar” no ha sido un problema gracias al análisis morfológico realizado.

```
{
  "resultadoJSON": {
    "los": "[70,33]",
    "niños": "[6975,7178,28288]",
    "saltaban a la pata coja": "[11365,11366,28445]"
  }
}
```

Figura 6.5: JSON resultante tras aplicar servicio de traducción

6.5. Sinónimos e hiperónimos

Con este procedimiento de traducción se consigue una potente herramienta, pero aún así se pensó la forma de mejorar este servicio, siendo la búsqueda del perfeccionismo una representación de la utopía que el ser humano pretende alcanzar.

La traducción perfecta sería aquella que dada una frase es capaz de devolver para todas las palabras o N-gramas un pictograma. Esto es muy difícil por no decir imposible de conseguir, ya que el número de pictogramas de ARASAAC es muy limitado en proporción a las palabras existentes en castellano. En el servicio de traducción actual, este planteamiento consistiría en encontrar las palabras que no tienen pictogramas en la BD. Para intentar solventar este problema, se pensó en utilizar sinónimos e hiperónimos (término cuyo significado engloba otras palabras) capaces de mantener el mismo significado semántico de la palabra a sustituir.

Se buscó una herramienta capaz de proporcionar ambos servicios, por un lado la obtención de sinónimos y por otro la de hiperónimos.

6.5.1. WordNet

WordNet (Miller, 1995) es una de las bases de datos léxicas en inglés más conocida y utilizada, y se basa en agrupar diferentes tipos de palabras en sinónimos denominados *synset*. Estos *synsets* se encuentran interrelacionados por medio de relaciones semántico - conceptuales y léxicas: sinonimia, antonimia, hiperonimia, meronimia, etc. Fue creada por la Universidad de Princeton y se puede utilizar mediante el módulo NLTK. Además el lector de corpus que tiene da acceso al Multilingual Central Repository (MCR), estando así disponible en muchos idiomas.

Para su utilización hubo que adaptar la base de datos en español del MCR, para que se pudiese cargar con WordNet. Tras descargar WordNet y llevar a cabo esta adaptación, se creó el script de Python que nos iba a proporcionar el servicio. Lo primero que se hizo en ese archivo es importar la librería de WordNet junto con el módulo NLTK, permitiéndonos con el uso de distintas funciones adquirir los sinónimos e hiperónimos de la palabra deseada. En la Figura 6.5 se puede observar un ejemplo del servicio con la palabra “atormentar”.

El resultado de este servicio se integraría al final del proceso de traducción anteriormente visto, cambiando las palabras que no se hayan encontrado por

Sinónimos	Hiperónimos		
atormentar	confundir	despertar	causar
torturar	desconcertar	estimular	crear
-	perturbar	incitar	hacer
-	-	-	realizar

Tabla 6.5: Ejemplo ejecución servicio Wordnet para la palabra “atormentar”

alguno de los sinónimos o hiperónimos devueltos por WordNet. Seguidamente, volvería a pasar el proceso del método de concordancia por agrupación ilimitada, sin ser necesario utilizar el servicio de SpaCy. Esto se debe a que ya se tienen todas las palabras lematizadas.

Antes de realizar la integración, se decidió comprobar de manera manual si cambiando las palabras no encontradas por sinónimos o hiperónimos realmente se podía marcar la diferencia en la traducción y mejorarla. Se cogieron diversas palabras de distintos contextos, las cuales de antemano no se encontraban en la BD de ARASAAC, y se formaron frases. Después utilizando el servicio de WordNet se cambiaron esas palabras por alguno de los resultados devueltos verificando que la frase mantuviera el significado original.

Por ejemplo, siguiendo el resultado de la ejecución de la Tabla 6.5, consideremos la frase “Los rayos y truenos atormentan a los más pequeños”. Si cambiamos “atormentan” por el sinónimo de WordNet, se obtiene “Los rayos y truenos torturan a los más pequeños”. Esta frase no mantiene el significado original y tampoco encuentra en la BD “torturar”, teniendo que recurrir a uno de los hiperónimos. En la mayoría de los casos pasaría lo mismo, o bien no se encuentran en la BD o distorsionan totalmente el sentido de la oración. Se realizaron más pruebas similares sin obtener mejores resultados.

Por lo tanto, en el caso de llegar a encontrar un sinónimo o hiperónimo en la BD de ARASAAC, en general se terminaría desvirtualizando el significado y el mensaje contenido en la frase. Por otro, si no se encuentra ninguno la frase queda en el estado original y por tanto no aporta nada nuevo. Todo ello condicionó a mantener el servicio como estaba.

Capítulo 7

PICTAR

*Lo que hacemos por nosotros mismos
muere con nosotros, lo que hacemos por
los demás y por el mundo permanece y es
inmortal.*

Albert Pike

En este capítulo se va a hablar del segundo componente de este proyecto, la aplicación web PICTAR (<http://hypatia.fdi.ucm.es/pictar/>), la cual integra el servicio de traducción anteriormente explicado. En la Figura 7.1 se puede ver la distribución de la página en tres áreas: editor, buscador y traductor. Esta aplicación, orientada a ayudar a las personas que padecen autismo, conforma la interfaz donde los usuarios pueden realizar el trabajo con los pictogramas de ARASAAC.

Se ha intentado desarrollar una interfaz sencilla, con la que cualquier persona pueda interactuar cómodamente. La finalidad es hacerla accesible al mayor número de individuos posibles, atendiendo a las dificultades que pueden encontrar las personas con TEA.

Para permitir su uso desde todo tipo de dispositivos, se ha llevado a cabo un diseño *responsive* que adapta los distintos elementos según el tamaño de pantalla y su orientación. A fin de conseguirlo, al principio se utilizaron las *CSS media queries*, reglas en forma de bloques *CSS* que permiten adaptar el contenido de una página a las características de un dispositivo. Esto es posible definiendo en la hoja de estilo un bloque *@media* con los atributos *min-width*, *max-width* y *width* que hacen referencia al ancho de la pantalla deseado. En el caso de que se cumpla esta propiedad, se aplicarán los cambios indicados en este bloque a los componentes de la página pertinentes.

Se definieron tres *media queries*, cada una con distintos anchos, uno pa-

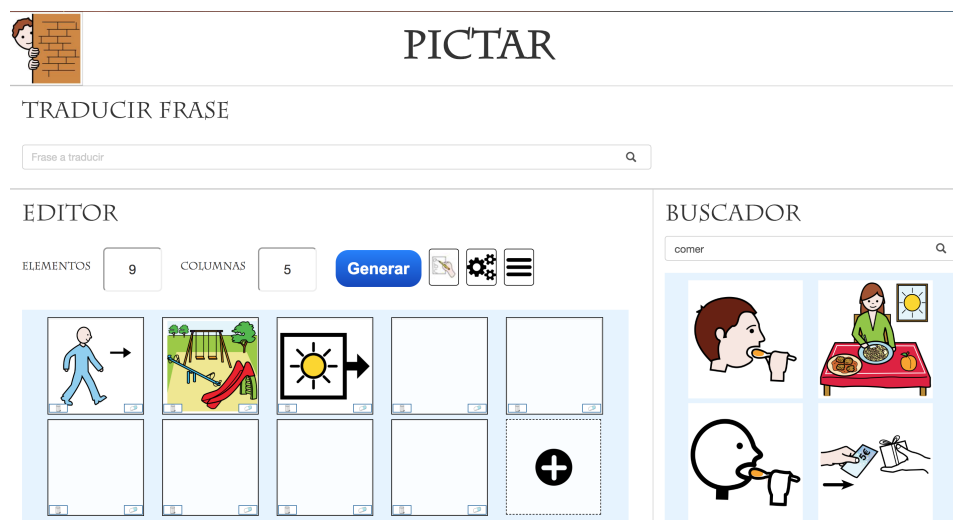


Figura 7.1: Página web con las tres áreas de trabajo de PICTAR: el traductor, el editor y el buscador

ra pantallas de ordenador (a partir de 1024 px), otro para tablets e iPads (desde 768 px a 1024px) y la última para móviles (inferior a 768px). Estas expresiones permiten obtener un grado básico de responsive muy limitado a esas medidas y después de probar en varios dispositivos se observó que realmente no cubrían las expectativas buscadas. En la mayoría de casos, el contenido no se adaptaba de manera óptima a las pantallas. Esto implicaba que para conseguir una página totalmente responsive habría que añadir un gran número de *media queries* optimizando el intervalo de pixeles para cubrir el mayor número de dispositivos posibles. Esta solución sin embargo no garantizaba la correcta visualización de la página en todos los dispositivos y sólo sería válido para aquellos definidos en el *CSS*.

Por consiguiente, en vez de la utilización de *media queries*, se calcula el ancho de la página mediante el método *“.clientWidth”* de JavaScript y empleando la función *“css()”* de jQuery, se cambia la dimensión de los elementos de la página en relación al tamaño de la misma. De esta forma, siempre mostrará bien la interfaz al usuario al calcular el ancho del dispositivo y adaptar el contenido en proporción a esas medidas.

A continuación, se describe cada área de trabajo definida en la aplicación. La decisión de estructurarla en tres partes reside en tener organizado en sectores independientes las funcionalidades, brindando así una disposición visual, sencilla y rápida de las principales áreas de la misma.

7.1. Sección Editor

El Editor es el área de trabajo principal de la aplicación y se corresponde con la Figura 7.2. Para permitir la máxima flexibilidad a la hora de generar los materiales, se ha organizado en forma de cuadrícula o grid configurable. Así, el usuario puede decidir el número de “huecos” que desea y en cuantas columnas quiere distribuirlos, y al pulsar el botón “Generar” se creará la cuadrícula con estas características. Además, en cualquier momento puede añadir nuevos huecos al final de la cuadrícula si fuera necesario, haciendo uso del último hueco generado en la cuadrícula con el símbolo “+”. Cada uno de estos huecos puede contener un pictograma seleccionado o bien quedar en blanco, lo que permite que el usuario decida la distribución final del material según lo necesite. Para incluir un pictograma en uno de los huecos basta con arrastrar el pictograma que se desee desde la traducción o el buscador (de los que hablaremos más adelante).

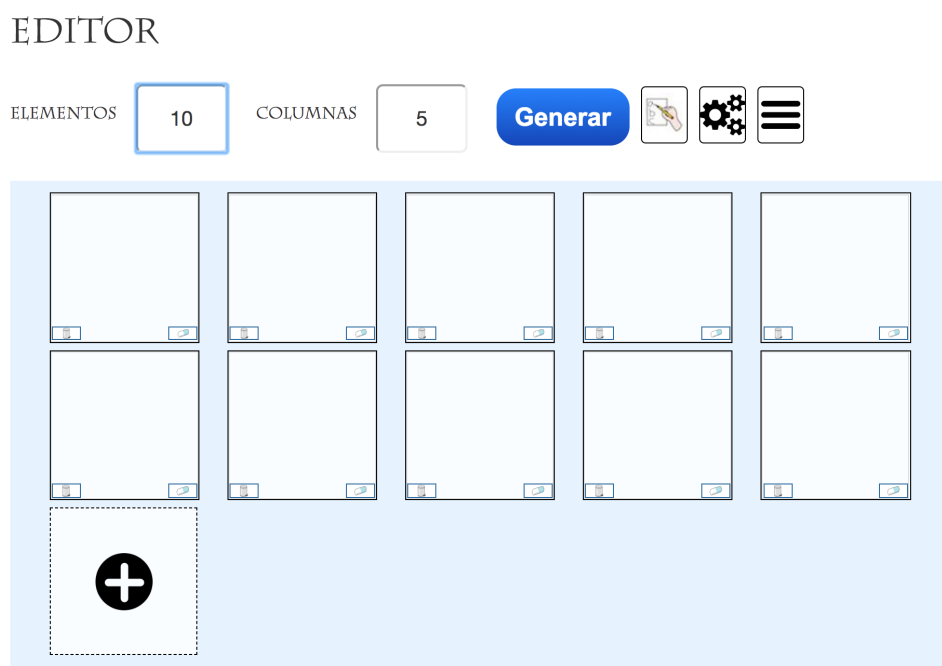


Figura 7.2: Vista de la sección Editor

La cuadrícula es un grid que está definido de manera predeterminada para que al entrar en la página web tenga 10 elementos y aparezca dividido en 5 columnas. En cualquier momento se puede editar su tamaño cambiando cualesquiera de los dos valores y pulsando el botón “Generar”, sin perder los pictogramas ya introducidos. Estos cambios en la dimensión del grid se hacen de forma dinámica, mediante consultas *AJAX*.

En las primeras versiones, no se generaba el grid hasta que el usuario indicaba su dimensión y clicaba el botón “Generar”. No obstante, tras probarlo distintos usuarios indicaron que podía resultar poco intuitivo y sugirieron definir desde el principio una cuadrícula con un número por defecto de huecos.

Respecto a la opción de arrastrar, se empezó implementando a través de las nuevas funcionalidades *Drag & Drop* ofrecidas por *HTML5*. Se realizó por medio del atributo *draggable*, asociándolo al elemento que se quiere arrastrar y definiendo los eventos (*drag()*, *dragover()*, *drop()*, etc.). Pero aunque se adaptada a muchos navegadores, no funciona en los dispositivos móviles y tablets, suponiendo un impedimento para el objetivo *responsive* presente en este trabajo.

Por esta razón se buscó una alternativa capaz de realizar la labor de arrastre en cualquier dispositivo táctil. Se recurrió a la librería *JQuery UI Touch Punch* (Furfero, 2011), la cual funciona mediante eventos simulados para asignar eventos táctiles análogos a los eventos del ratón. Incluyendo en la página principal el script asociado a las librerías de *jQuery*, *jQuery UI* y *jQuery UI Touch Punch*, se pudo hacer uso de ella consiguiendo resolver el problema.

En relación a la funcionalidad disponible sobre los pictogramas que se muestran en el área de edición, distinguimos varias funciones. Por un lado, dentro de la cuadrícula, cada uno de los huecos tiene dos pequeños botones situados en sus dos esquinas inferiores.

- Uno a la derecha, cuya imagen se corresponde con el pictograma de una “goma”. Este botón, será el encargado de dejar en blanco el hueco, en el caso de que se haya arrastrado un pictograma y por algún motivo se desee volver al estado inicial. Si ya se encuentra en blanco el hueco y aún así se pulsa, simplemente se ignorará la acción.
- Otro a la izquierda, cuya imagen se corresponde con el pictograma de una “papelera”. Realiza la función de eliminar el hueco completo en la cuadrícula, desplazando todos los huecos a la derecha del eliminado una posición a la izquierda. Como máximo se podrán eliminar todos excepto el correspondiente a añadir nuevos huecos (representado por el símbolo “+”).

Por otro lado, están los botones situados a la derecha del botón “Generar”, con las siguientes funciones.

El primer botón a la derecha de Generar, correspondiente a la Figura 7.3, sirve para asociar texto a pictogramas. Si el usuario así lo requiere, es posible asociar un texto a cada pictograma, eligiendo si este texto aparecerá sobre o debajo de los pictogramas. Si se ha seleccionado una de las anteriores opciones y se quiere volver al estado inicial, se puede hacer mediante la opción Ninguno.

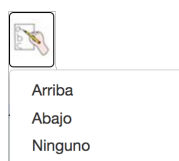


Figura 7.3: Botón de asociar texto a pictogramas

El segundo botón a la derecha de Generar, correspondiente a la Figura 7.4, sirve para cambiar el color de los pictogramas. Si así se desea, se puede hacer que todos los pictogramas aparezcan en blanco y negro en lugar de en su color original.



Figura 7.4: Botón para cambiar el color de los pictogramas

Por último, queda el tercer botón a la derecha de Generar, correspondiente con la Figura 7.5. Este botón permite en cualquier momento exportar el trabajo del área de edición para guardarlo en el disco duro y poder importarlo para seguir trabajando más adelante.



Figura 7.5: Botón para exportar e importar trabajo

Al exportar, se recorren todos los huecos de la cuadrícula guardando el identificador del hueco, junto con el texto si se le ha asignado y la url del pictograma, en un array. Seguidamente, se procederá a crear un objeto *Blob*¹, al que le pasaremos como primer parámetro el array y el segundo el tipo *MIME*. El valor que adquiere este último es (octet/stream), el valor por defecto, indicando que el contenido son datos binarios arbitrarios. Mediante este fichero se crea un *DOMString* a través del método estático “*URL.createObjectURL()*” y se descarga el archivo en el sistema con el nombre de *pictar_fechaActual*. En la Figura 7.6 se puede ver un ejemplo del archivo descargado al hacer la exportación.

Para importar, se abre el explorador de archivos y se selecciona aquel que

¹Representa un objeto de tipo de fichero de datos inmutables (MDN, s.f.)

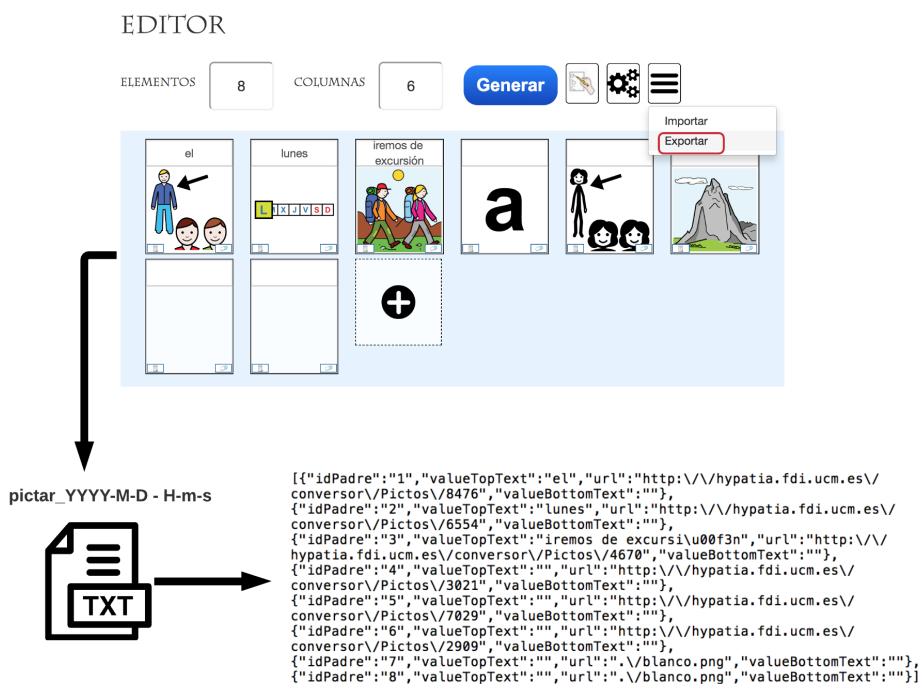


Figura 7.6: Ejemplo de exportación PICTAR

se quiere cargar en la aplicación. Antes de procesarlo, se verifica el fichero comprobando que su extensión se corresponde con la de un archivo de texto y se valida que tenga la estructura correcta. De esta forma, si el usuario intenta cargar un archivo que incumple estos requisitos será notificado mediante una alerta en JavaScript.

Cada vez que se modifica el área de edición, internamente se está guardando en la sesión de PHP un array con el contenido de la cuadrícula y así si el usuario decide refrescar la página no pierde el trabajo realizado hasta el momento.

Finalmente, el usuario puede usar las funciones de impresión del navegador para imprimir los pictogramas de la cuadrícula donde ha realizado la edición.

7.2. Sección Buscador

La segunda zona de trabajo es el Buscador, se corresponde con la Figura 7.7, donde el usuario puede buscar cualquier palabra en castellano para ob-

tener los pictogramas asociados en ARASAAC. Esta búsqueda es predictiva, de manera que según se van escribiendo caracteres se van mostrando los pictogramas que comienzan por ellos. Los pictogramas encontrados pueden ser arrastrados a cualquier hueco del área de edición según los necesite el usuario.

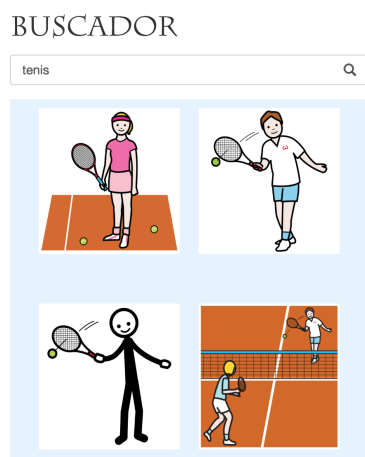


Figura 7.7: Vista del buscador

El proceso de búsqueda empieza extrayendo el valor introducido por el usuario en el campo de entrada, el cual se pasa como argumento en una petición *AJAX* a la parte del servidor. Este es el encargado de realizar la consulta a la BD a través de una sentencia *SELECT*. El resultado devuelto en esta consulta se muestra en forma de grid, con el mismo formato que el modo Editor, por medio de la función *append* de *jQuery*.

Cabe destacar el cambio sufrido en la búsqueda durante su implementación. Inicialmente esta se realizó como una consulta que buscaba de forma íntegra la palabra. Es decir, solo se procedía a realizar la consulta cuando el usuario presionaba la tecla enter o el icono respectivo en forma de lupa situado en la parte derecha de la barra de búsqueda. Por ejemplo, si se buscaba la palabra “casa”, únicamente se mostraban los pictogramas de la BD relacionados con ese mismo nombre. Tras la evaluación en los centros educativos, pidieron una búsqueda que fuese mostrando los pictogramas cuyo nombre empezase por el texto que se iba escribiendo. Es así como se terminó realizando la búsqueda predictiva, la cual realiza una consulta cada vez que se pulsa una tecla, devolviendo todos los pictogramas de la BD que empiezan por las letras introducidas, haciendo uso de un scroll para su visualización.

En el caso de que la consulta realizada a la BD nos devuelva que no existe ningún pictograma que empiece por el texto establecido por el usuario, se mostrará un mensaje de advertencia como se puede ver en la Figura 7.8.

BUSCADOR

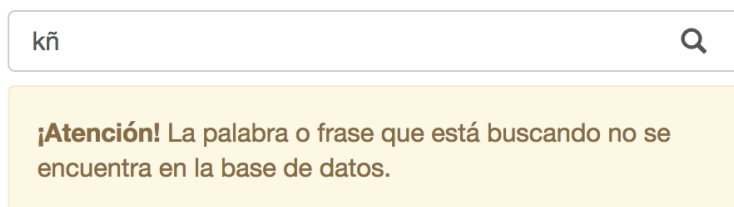


Figura 7.8: Mensaje de advertencia del buscador si no se encuentra la palabra

7.3. Sección Traductor

Finalmente, para facilitar la creación de materiales de manera rápida y eficiente, la tercera zona de trabajo de la aplicación es el Traductor. El usuario puede escribir cualquier texto en castellano y obtendrá como resultado su traducción a pictogramas tal y como muestra la Figura 7.9.

TRADUCIR FRASE

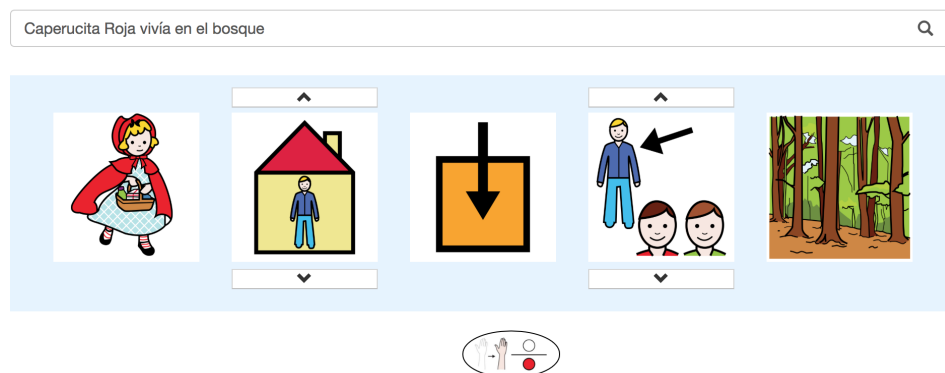


Figura 7.9: Ejemplo de traducción de texto a pictogramas para el texto “Caperucita Roja vivía en el bosque”

Esta sección utiliza el servicio de traducción implementado y explicado en el Capítulo 6. Al igual que en la sección buscador, dispone de una barra de búsqueda donde introducir la frase del usuario. Tras obtenerla se decodifica la frase y por medio de la función *PHP* “file_get_contents(URL)”, se obtiene en un string el resultado *JSON* devuelto por el servicio de traducción (<http://hypatia.fdi.ucm.es:5223/PICTAR/traducir/frase>).

Este string codificado en *JSON* lo convertimos a una variable en *PHP* con el método `json_decode()`, es decir, pasamos de tener un string a un objeto que se puede iterar. En este punto, se crea un bucle que recorre el objeto guardando por cada palabra la url de sus pictogramas en un array.

Después para obtener los pictogramas a partir de la url, se utiliza otro de los servicios alojados en *hypatia*, `http://hypatia.fdi.ucm.es/convertor/Pictos/identificador`. Este servicio proporciona, dado un identificador de pictograma, su respectiva imagen de ARASAAC. De este modo, se consiguen los pictogramas los cuales se mostrarán al usuario también contenidos en un grid.

Si para una parte de la traducción se ha encontrado más de un pictograma, porque tiene varios identificadores asignados, como sucede con la palabra “vivía” cuyo lema es “vivir” de la Figura 7.9, se le facilitan al usuario unas flechas que se muestran encima y debajo del pictograma para ver todos los que tiene asignados. Están implementadas de forma cíclica, por lo tanto al pulsar la flecha de arriba cambiaremos al pictograma cuyo identificador es uno anterior y en caso contrario, flecha hacia abajo, al siguiente.

Si por el contrario no se encuentra una palabra de la traducción, se hará uso de una cruz roja para su representación. Se opta por esta alternativa puesto que no existe ningún pictograma en la BD de ARASAAC, cuyo significado sea “Error” o similar. Aún así esta imagen no fue seleccionada al azar, sino tras consultar con los centros educativos.

Por último, esta sección está compuesta por un botón situado en la parte inferior de la traducción, como se puede ver en la Figura 7.10. La imagen por la que está constituido son dos pictogramas que significan “mover abajo”.



Figura 7.10: Botón para desplazar la traducción al área de edición

Este botón sirve para bajar la traducción al área de edición. Es decir, desplaza los pictogramas obtenidos como resultado de la frase introducida por el usuario a la cuadrícula del modo edición, colocándolos tras el último pictograma que se encuentre en ella. Para ello, se calcula el espacio comprendido entre el último pictograma colocado en el grid y el último hueco del mismo, diferenciando dos casos:

- Si el número de huecos es igual o mayor al número de pictogramas obtenidos por la traducción, significa que hay espacio suficiente y por tanto se bajará la traducción.

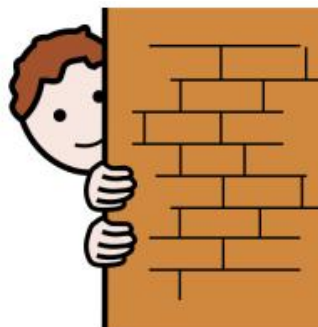
- Si el número de huecos es menor, se le dará al usuario un mensaje de advertencia indicándole el problema, para que sepa que ha de crear más huecos en el grid de edición.

En relación a las palabras no encontradas, cuando se baje la traducción de la frase, en la cuadrícula de edición se dejará un hueco en blanco para que el usuario tenga la posibilidad de incorporar en ese hueco otro pictograma que encuentre en la sección buscador.

Además, todos los pictogramas obtenidos de la traducción son arrastrables, dándole un mayor control al usuario. Incluso se le da la opción de configurar la visibilidad de esta sección, la cual inicialmente va a estar en modo visible, mediante el botón situado en la esquina de la página. Cuando lo pulsemos cambiará de modo y dependiendo de si el área está visible u oculta, aparecerá un pictograma distinto. Ambos se muestran en la Figura 7.11. De esta forma, permitimos que el usuario se concentre en las otras dos secciones cuando no necesite hacer uso de esta de traducción.



(a) Pictograma correspondiente a mostrar



(b) Pictograma correspondiente a ocultar

Figura 7.11: Botones para ocultar y mostrar la sección de traducción

Capítulo 8

Evaluaciones

*No existe una mejor prueba del progreso
de una civilización que la del progreso de
la cooperación.*
John Stuart Mill

8.1. Introducción

Existen muchas aplicaciones orientadas a personas con TEA, pero la mayoría no han sido verificadas y validadas por un colectivo real para comprobar si realmente cubren sus necesidades. En este capítulo se presentan las distintas evaluaciones realizadas, comprobando la utilidad de la aplicación con profesionales y personas a las que está dirigido este proyecto.

Se empezará viendo una evaluación preliminar realizada en febrero con las instituciones educativas colaboradoras de este proyecto, donde tras la exposición y prueba de la aplicación se obtuvo información muy interesante como el planteamiento de un nuevo escenario de uso que no se había pensado inicialmente, además de proponer diferentes ideas y funcionalidades. En junio se llevaron a cabo tres evaluaciones heurísticas con las que identificar problemas de usabilidad, obteniendo una gran retroalimentación por parte de los expertos y mejoras a realizar como trabajo futuro. Seguidamente, se expone la evaluación para la edición de materiales efectuada por el colegio Aleph, haciendo una comparativa de PICTAR con las herramientas utilizadas habitualmente por el centro para la elaboración de contenidos, permitiendo conocer algunas funcionalidades con las que mejorar la aplicación. Por último se verán las evaluaciones de competencias realizadas por el colegio CEPRI y El Alba extrayendo resultados prometedores de su utilización tanto por parte de los alumnos como los profesionales.

8.2. Evaluación preliminar

En el marco del proyecto “Aulas TIC de Autismo España. Validación e implementación de recursos TIC”, se llevó a cabo una evaluación preliminar el 22 de Febrero a las 10:00 horas en la Confederación de Autismo España con los responsables TICs de las entidades participantes en el mismo.

Los asistentes a la misma fueron:

- Autismo Albacete (Asociación Desarrollo):
 - Raquel Martínez
 - Marta Navarro
- Autismo Burgos (Colegio El Alba):
 - Ángel Hortigüela
 - Yolanda Pascual
- Autismo Sevilla (Centro Educativo Ángel Rivière):
 - Ana Molina
- Aleph-TEA:
 - Luisa Gómez
 - Marta García
- Colegio CEPRI:
 - Joaquina de Dios
 - Ana García
 - Mar González
- Confederación Autismo España:
 - Laura García
- Universidad Complutense de Madrid:
 - Susana Bautista
 - Pablo Gervás
 - Raquel Hervás
 - Gonzalo Méndez
 - Virginia Francisco
 - Alejandro Martín

- Eva Gil
- Eduardo Aguado

Durante esta sesión se presentó la aplicación PICTAR. El objetivo era realizar una primera aproximación a los expertos y estudiar las opciones de utilización en el aula con sus alumnos, con especial hincapié en los objetivos que se podrían trabajar a través de ella y cómo se podría validar el uso de la misma.

La sesión de evaluación se desarrolló en tres partes:

1. Para empezar, se realizó una breve presentación de la herramienta y sus funcionalidades.
2. Después, se dejó a los profesionales probar la aplicación de manera libre, siempre con nuestra presencia para solucionar cualquier problema o duda que pudiera surgir. Durante este proceso los profesionales fueron valorando la herramienta, comentando mejoras e identificando problemas. Seguidamente se muestra la información extraída.

Por un lado, el principal error encontrado se producía al bajar una traducción para editarla, si había alguna palabra que no se había encontrado, el símbolo de error no se bajaba a la cuadrícula ni se dejaba hueco. Los profesionales comentaron que debería dejarse un hueco con la palabra que falta. Respecto a las mejoras y comentarios, se obtuvo el siguiente listado:

- Los usuarios finales no usan tildes así que no habría que tenerlas en cuenta.
- Sería útil ofrecer la posibilidad de cargar pictogramas propios, para poder utilizar cada usuario los suyos.
- Vendría bien añadir un corrector automático que corrija las palabras mal escritas.
- En el modo editor se podría dar la posibilidad de mover los bloques.
- Sería apropiado que se crearan los huecos antes de bajar la traducción.
- Interesaría añadir la posibilidad de leer en voz alta la traducción en pictogramas.
- Convendría añadir la opción de guardar el resultado y de importar el trabajo realizado con anterioridad.
- Estaría bien facilitar al usuario la opción de cambiar los pictogramas y que aparezcan en blanco y negro.

- Cuando en la traducción no se encuentre una palabra, en vez de mostrar al usuario una imagen de error, sería mejor sustituirlo por unas aspas rojas.
 - Resultaría interesante incorporar la funcionalidad de buscador predictivo para que al poner una secuencia inicial de pictogramas automáticamente te vayan apareciendo y te sugiera las continuaciones posibles que más se han usado en el pasado.
 - Los pictogramas cuando se bajan al modo editor podrían ir directamente con su palabra.
 - Estaría bien añadir reconocimiento de voz en la traducción para no tener que escribir la frase.
 - Se podría añadir la opción de registrar a los usuarios para que puedan guardar sus materiales, frases, etc.
 - Sería apropiado eliminar huecos, desplazando todos los elementos una posición a la izquierda.
 - Sería útil dar la opción de configurar los colores del borde y del fondo.
 - Añadir un botón que permita limpiar todo el grid.
 - Sería bueno poder utilizar la aplicación sin conexión a internet.
 - Convendría añadir la opción de que se pueda cambiar en el modo editor el pictograma por sus equivalentes.
 - Como trabajo futuro sería interesante realizar un juego que consista en escribir frases desordenadas y que las tengan que colocar los alumnos, trabajando así el orden.
3. Finalmente, se realizó una discusión grupal en base a las siguientes cuestiones:
- ¿Podría ser útil para los docentes?
 - ¿Podría ser útil para los alumnos?
 - ¿Podría ser útil en el hogar?
 - Escenarios en los que se podría usar la aplicación.
 - Beneficios que creen que podrían obtener del uso de la aplicación.

Aunque inicialmente la aplicación tenía como objetivo ayudar a los docentes a preparar materiales en pictogramas para sus actividades en el aula, durante la discusión los profesionales vieron también posibilidades de uso por parte

de aquellos alumnos que estén trabajando la lecto-escritura. Incluso podría ser útil su uso en el hogar para reforzar las actividades realizadas en el aula.

Los escenarios de uso se abordaron desde dos puntos de vista diferentes. Desde el punto de vista del docente, la herramienta podría resultar útil para preparar material sobre cuentos o temáticas concretas, planificar y anticipar salidas fuera del centro y organizar la agenda diaria. Desde el punto de vista de los alumnos, se podría usar la herramienta en aquellos casos en los que se está trabajando la lecto-escritura. Por ejemplo, los alumnos podrían usarla para contar lo que han hecho el fin de semana, expresar recados, transmitir estados de ánimo, etc. Los expertos comentaron que para que la mayoría de sus alumnos pudieran usar la herramienta de esta manera sería necesaria una preparación previa por parte del docente del vocabulario a utilizar.

Entre los beneficios que se podrían obtener con el uso de la aplicación, los expertos valoraron que se podrían fomentar habilidades de sus alumnos tales como la secuenciación de acciones/hechos, la planificación de eventos, la anticipación, y la comprensión. Desde el punto de vista del docente, los expertos consideraron que la posibilidad de traducir textos y la flexibilidad a la hora de elegir y colocar los pictogramas en el editor podrían reducir significativamente el tiempo empleado a la hora de elaborar materiales.

Tras esta jornada, se arregló el error encontrado en la aplicación y se valoraron e intentaron integrar las mejoras y comentarios realizados por las entidades educativas. Por ejemplo, la opción planteada de omitir las tildes supondría un incorrecto funcionamiento del servicio de traducción. En el caso de la palabra “sería” del verbo ser, si se omite la tilde se haría referencia a “seria” un adjetivo que denota gravedad o severidad en el semblante, distorsionando el significado de la oración. Por lo tanto, se consideró dejar al usuario la decisión de introducir las palabras con tildes o sin tildes pero en ningún caso omitiéndolas. Por otro lado, se fueron incorporando las nuevas funcionalidades comentadas por los profesionales como la incorporación del buscador predictivo, eliminación de huecos, cambio de color de los pictogramas junto con otras, pero por falta de tiempo no se pudieron implementar todas tal y como nos hubiese gustado, quedando para trabajo futuro.

8.3. Evaluaciones heurísticas

Una evaluación heurística es un método de identificar problemas de usabilidad, a través de varios evaluadores expertos, verificando una serie de reglas conocidas como heurísticas, sin la necesidad de usuarios finales. Con esta evaluación se pretende medir la facilidad de uso y de aprendizaje de una aplicación para aquellas personas que la utilicen por primera vez.

Existen diferentes principios heurísticos para realizar estas evaluaciones. Los

más conocidos y utilizados son los “10 principios de Jakob Nielsen”, que se pueden ver en la Tabla 8.1, aunque existen muchos otros como las “8 reglas de Oro” de Ben Schneiderman o la “Lista de comprobación de ítems” de Deniese Pierotti (González et al., 2001).

N01	Visibilidad del estado del sistema
N02	Relación entre el sistema y el mundo real
N03	Control y libertad del usuario
N04	Consistencia y estándares
N05	Prevención de errores
N06	Reconocimiento mejor que recuerdo
N07	Flexibilidad y eficiencia
N08	Estética y diseño minimalista
N09	Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores
N10	Ayuda y documentación

Tabla 8.1: Principios de Nielsen

En el mes de junio se han realizado tres evaluaciones heurísticas por parte de expertos en usabilidad de la Facultad de Informática, Guillermo Jimenez y Antonio Sánchez, profesores de la Universidad Complutense de Madrid, y Pablo Moreno, profesor de la Universidad Internacional de la Rioja. Para ello, se les describió en un documento (Anexo A) la funcionalidad del sistema, indicando seguir los 10 criterios de Nielsen para la evaluación. Tras probar la aplicación, cada evaluador redactó un informe con las heurísticas violadas y los problemas detectados.

Una vez obtenidos los resultados, se analizaron y estudiaron con el fin de producir un listado con las posibles soluciones. A continuación se muestra dicho listado:

1. Muchos huecos en la interfaz suponen que sea difícil de manejar

Heurística violada: N01- Visibilidad del estado del sistema
 Descripción: si se decide generar una cuadrícula con 99 columnas son tan pequeños los huecos que es imposible manejar la interfaz.
 Solución: reducir el número a un valor óptimo para la visualización de dichos huecos.

2. Exclamaciones, preguntas

Heurística violada: N04- Consistencia y estándares
 Descripción: los símbolos de exclamación e interrogación no los tiene en cuenta el traductor.

Solución: permitir al traductor la inserción de símbolos de exclamación y de interrogación.

3. Tamaño pictogramas según número de columnas

Heurística violada: N08 - Estética y diseño minimalista

Descripción: al cambiar el número de columnas del editor los huecos crecen o disminuyen de tamaño sin límite.

Solución: limitar tamaño de los huecos.

4. Redimensionar cuadrícula con el teclado

Heurística violada: N07- Flexibilidad y eficiencia

Descripción: al cambiar el tamaño de la cuadrícula (número de elementos o columnas) y pulsar intro no sucede nada, se ha de pulsar el botón "Generar".

Solución: integrar en el evento (keyup) que reconoce la tecla "Intro" la llamada a la función que realiza el botón "Generar".

5. Posibilidad de borrar todos los pictogramas de la cuadrícula

Heurística violada: N01- Visibilidad del estado del sistema

Descripción: se pueden borrar los pictogramas de uno en uno, pero no todos a la vez.

Solución: generalizar la función de borrado de los pictogramas para borrar todos a la vez, dejándolos en blanco.

6. Mejorar el feedback de ciertas acciones al usuario

Heurística violada: N01- Visibilidad del estado del sistema

Descripción: al realizar una traducción, el servicio hasta que devuelve el resultado tarda 1 o 2 segundos en los que no se le muestra nada al usuario. Por otro lado, tras obtener los pictogramas resultantes de una traducción, sería útil visualizar qué pictogramas están asociados con cada palabra. Por último cuando un pictograma no se pueda soltar en una posición debería indicarlo mientras se está arrastrando.

Solución: mostrar un icono de procesamiento para informar al usuario de que se está realizando una traducción e indicar mediante un *tooltip* el nombre de los pictogramas resultantes cuando pasemos el ratón por encima. Respecto a la acción de arrastrar, configurar el evento *drag* del elemento a arrastrar.

7. Redimensión de la cuadrícula

Heurísticas Violadas: N03 - Control y Libertad del Usuario; N09 - Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores

Descripción: al bajar la traducción se muestra un mensaje informativo al usuario indicándole la falta de espacio, pero se debería de redimensionar directamente.

Solución: añadir tantos huecos en la cuadrícula como sea necesario para poder bajar la traducción.

8. Reestructurar elementos

Heurísticas violadas: N01 - Visibilidad del Estado del Sistema; N08 - Estética y diseño minimalista; N02 - Relación entre el sistema y el mundo real

Descripción: los botones de borrar y eliminar pictogramas situados en los huecos de la cuadrícula son muy pequeños. A su vez, los campos de texto relacionados con el número de elementos y de columnas para la generación de la cuadrícula son consecutivos dando lugar a equivocación entre filas y columnas.

Solución: trasladar los botones de borrar y eliminar a otra zona donde tengan más visibilidad y disponer los campos de número de elementos y columnas de tal forma que no sean consecutivos, haciendo que queden uno debajo del otro, por ejemplo.

9. Visualización buscador móvil

Heurísticas violadas: N03 - Control y libertad del usuario; N04 - Consistencia y estándares.

Descripción: al abrir la aplicación en el móvil, el buscador aparece en la parte inferior, en vez de ser parte del editor. Sin conocimientos previos de la aplicación, sólo con el editor sin buscador no se entiende que se puede hacer.

Solución: generación de un manual de usuario.

10. Botones y acción de arrastrar pictogramas poco intuitivos

Heurísticas violadas: N01 - Visibilidad del estado del sistema; N04 - Consistencia y estándares; N05 - Prevención de errores

Descripción: debido a que la aplicación está dirigida a personas con TEA cada botón está representado por un pictograma lo que puede ser poco intuitivo para otros usuarios, que no saben lo que significan. Además, no es evidente la acción de arrastre de los pictogramas a la cuadrícula.

Solución: generación de un manual de usuario y asignar un *tooltip* a los botones.

11. Mover elementos en la cuadrícula

Heurística violada: N03 - Control y Libertad de Usuario

Descripción: posibilidad de mover los pictogramas dentro de la cuadrícula del modo editor.

8.4. Evaluación para la edición de materiales por parte de los profesionales

Solución: incluir opción de arrastre de estos elementos mediante las funciones de drag and drop.

12. Problemas al importar

Heurísticas violadas: N01 - Visibilidad del estado del sistema; N04 - Consistencia y estándares.

Descripción: tras importar, el número de elementos y columnas no se actualiza. Por otro lado, al importar se pierde el texto agregado a los pictogramas.

Solución: depurar el código de la aplicación web.

En la Tabla 8.2 se muestran las distintas tareas descritas anteriormente categorizadas por la relevancia del problema tras el análisis de estas evaluaciones heurísticas y en qué orden se deberían solucionar. Se han utilizado tres grados, leve, moderado y grave.

Nº Tarea	Relevancia	Motivo
1-6	Leve	Tareas poco prioritarias y suponen un bajo coste
7-11	Moderado	Tareas prioritarias y de coste medio
12	Grave	Tarea de máxima prioridad con un alto coste de arreglo

Tabla 8.2: Severidad de las tareas resultantes en la evaluación heurística

Las tareas extraídas por los expertos arrojan una información muy útil para adaptar la interfaz lo mejor posible a los usuarios finales, permitiendo así perfeccionar la aplicación. El escaso tiempo entre los resultados y la entrega de esta memoria, han imposibilitado la resolución de dichos problemas. Aún así, se proponen sus soluciones quedando como trabajo futuro. Por otro lado, en estas evaluaciones se destaca positivamente el diseño sencillo y minimalista de la aplicación, siendo en la mayoría de los casos intuitiva, funcionando de forma correcta la traducción y la búsqueda, además de ser multiplataforma.

8.4. Evaluación para la edición de materiales por parte de los profesionales

La evaluación de materiales consiste en verificar la utilidad de la aplicación para la adaptación de materiales por parte de los profesionales. Esta evaluación la ha llevado a cabo la Asociación Aleph-TEA de Madrid a principios de mayo. Durante un periodo de cuatro semanas, probaron la aplicación PICTAR comparándola con otras herramientas que utilizan actualmente, como

AraWord, para el desarrollo de cuatro actividades distintas (adaptación de una receta a pictogramas, secuencia de normas, adaptación del cuento breve del pez y la hoja y secuencia de pictogramas). Se les proporcionó un formulario en formato de tabla, con una serie de conceptos a evaluar relacionados con el tiempo y los pictogramas empleados en cada actividad, donde indicar los resultados obtenidos. Para su realización, cada semana iban alternando el orden de uso de las aplicaciones, es decir, si una semana empezaban generando el material de la actividad con AraWord y después con PICTAR, a la semana siguiente cambiaban el orden empezando por PICTAR y terminando con AraWord. En las Tablas 8.3 y 8.4, se muestran los resultados de la evaluación. En la primera figura, se presenta el formulario con la comparativa de las herramientas y en la segunda las observaciones.

	1º Semana		2º Semana		3º Semana		4º Semana	
	PICTAR	Otras	Otras	PICTAR	PICTAR	Otras	Otras	PICTAR
Tiempo Empleado	30 min	15 min	7 min	11 min	9 min	10 min	8 min	13 min
Número de pictos utilizados	33	33	16	16	32	32	11	11
Pictos encontrados	29	33	16	15	32	32	11	10
Pictos no encontrados	4	0	0	1	2	2	0	1

Tabla 8.3: Resultados de la evaluación de materiales realizada por Aleph

	1º Semana	2º Semana	3º Semana	4º Semana
	Observaciones	Observaciones	Observaciones	Observaciones
Tiempo Empleado	Tardé un poco más debido a que no reconoce los puntos, por lo que todo lo pone seguido y necesitaba ponerlo en distintos renglones y tarde un poco en ver como poder solventarlo.		Tarde menos con PICTAR porque me da la opción de poder pegar el texto al completo, aunque luego tuve que ir escribiendo cada palabra debajo del pictograma, lo que hizo que tardase más o menos lo mismo.	
Número de pictos utilizados				
Pictos encontrados	Al hacerlo con otro programa (AraWord), me permitió meter las imágenes que no había en pictogramas.		El pictograma "convertir" no existe, por ello usé el buscador "hacer" poniéndolo en sus lugar.	
Pictos no encontrados	Los pictogramas no encontrados son nuggets, Hipatia (imagen del colegio), cúrcuma y lino.	No está el de "tranquilo".	La palabra "convertir" que sale dos veces.	Aperitivo. Usamos un pictograma hecho por nosotros. Metro. Queríamos usar el logo del metro.

Tabla 8.4: Observaciones de la evaluación de materiales realizada por Aleph

8.4. Evaluación para la edición de materiales por parte de los profesionales 53

Tras comparar los resultados, se aprecia cómo PICTAR requiere de una mayor cantidad de tiempo por parte del profesional para la generación del material, sobre todo la primera semana al tener que familiarizarse con ella, y después progresivamente va disminuyendo el tiempo que necesita. Por otra parte, respecto a los pictogramas encontrados se observa como PICTAR muestra menos que otras herramientas, pero si se tienen en cuenta las observaciones realizadas en la Tabla 8.4, se produce porque los pictogramas citados no están en la base de datos. Las otras aplicaciones utilizadas por el profesional, como AraWord, dan la opción de que integre sus propios pictogramas locales sustituyendo a los no encontrados. Esto demuestra por un lado el buen funcionamiento del servicio de traducción pero por otro la necesidad de incorporar una funcionalidad a la aplicación web, que permita al usuario importar sus propios pictogramas.

A continuación, el profesional rellenó un formulario sobre la usabilidad de la aplicación para la generación de materiales en su entorno, evaluando desde “Totalmente de acuerdo” hasta “Totalmente en desacuerdo” una serie de aspectos. Se puede ver en la Figura 8.1.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
La aplicación es útil para trabajar los objetivos propuestos			X		
Preparar el material con Pictar me supone un ahorro de tiempo				X	
Voy a seguir usando Pictar para adaptar material una vez terminado el proyecto				X	
Recomendaría Pictar a otros profesionales			X		
Pictar es más útil que otros traductores de lenguaje escrito a pictogramas				X	
Pictar es más fácil de usar que otros traductores de lenguaje escrito a pictogramas			X		

Figura 8.1: Resultado de la evaluación de usabilidad de materiales realizada por Aleph

Además de este informe se aportaron las siguientes observaciones:

- “Hemos valorado los ítems de satisfacción con estas puntuaciones únicamente basándonos en la adaptación de material para los profesionales, la aplicación para los alumnos es más positiva.”
- “En todas las adaptaciones nos ha dado problemas para poder exportarlo , salía un texto (.txt). Por ello, hemos tenido que hacer capturas de pantalla o también para imprimir el documento, darle a la opción “Imprimir página”.”
- “Es muy interesante la posibilidad de poder copiar un texto directamente. Sin embargo, las dificultades que hemos encontrado es que no te lo divide por renglones, teniendo que crearlos tú, lo cual incrementa bastante el tiempo en la creación de un material o adaptación.”
- “Además, sería interesante la posibilidad de meter imágenes cuando no existe el pictograma, ya que para nuestros alumnos creamos muchos materiales basados en sus intereses (nintendo switch, muñeco favorito, etc.).”
- “La opción de poner letrero en la parte de arriba o abajo, facilita mucho. Como inconveniente, al querer ponerlo, tienes que volver a escribirlo, lo cual hace que se pierda tiempo. Sería interesante que apareciera con la posibilidad de poder modificarlo, si fuera necesario.”

Los resultados del informe ponen de manifiesto la necesidad de mejorar ciertas funcionalidades para competir en generación de materiales con herramientas tan desarrolladas como AraWord u otras similares. Una de las más importantes, comentada anteriormente, es permitir al usuario subir sus propios pictogramas, ya que utilizan muchas imágenes específicas que no se encuentran en la base de datos de ARASAAC. Además, para optimizar el tiempo de uso, tras bajar la traducción de PICTAR se debería también bajar el texto correspondiente a cada pictograma para no tener que reescribirlo. Toda esta información obtenida, aporta un gran feedback para la mejora de PICTAR y se tendrá en cuenta como trabajo futuro.

8.5. Evaluaciones de competencias de los usuarios finales

La evaluación de competencias tiene como finalidad estudiar la utilidad de la aplicación en los alumnos con TEA. Para ello, se han analizado tres objetivos:

- Favorecer habilidades de expresión y comprensión oral
- Mejorar habilidades de lectoescritura

- Mejorar habilidades de atención y planificación

Estos objetivos se subdividen a su vez en competencias definidas en 12 tablas por cada alumno, tales como expresión oral, vocabulario, expresión escrita, etc. La evaluación de dichas competencias se estableció a través de dos parámetros, “Conseguido” y “No Conseguido”, y además en el primer caso se profundiza a cinco niveles de detalle: “Nunca”, “Casi Nunca”, “A veces”, “Casi Siempre” y “Siempre”. Sin embargo, tras hablar con las entidades educativas, se unificaron el parámetro de “No conseguido” con “Conseguido Nunca”, ya que consideraron que tenían el mismo significado. Se puede ver un ejemplo de tabla de competencias en la Figura 8.2.

Competencia: Vocabulario

	Conseguido				
	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Comprende palabras cotidianas					
Aprende de manera natural palabras cotidianas					
Emplea de manera natural palabras cotidianas					
Comprende palabras técnicas ajustadas a su nivel lingüístico					
Aprende de manera natural palabras técnicas ajustadas a su nivel lingüístico					
Emplea de manera natural palabras técnicas ajustadas a su nivel lingüístico					
Observaciones					

Figura 8.2: Competencia relativa al vocabulario del objetivo “Favorecer habilidades de expresión y comprensión oral”

En la realización de este estudio, el educador ha de completar todas las tablas de competencias antes y después de utilizar la aplicación PICTAR en un determinado periodo de tiempo, evaluando bajo los criterios preestablecidos las competencias adquiridas de cada alumno. Por el momento, han colaborado dos entidades educativas, el colegio El Alba de Autismo Burgos y el colegio CEPRI de Madrid, con 8 y 2 alumnos respectivamente. Ambos colegios empezaron la evaluación a principios de mayo y emplearon PICTAR entre tres y cuatro semanas.

Los resultados de dichas evaluaciones se han obtenido a mediados de junio. Una vez recopilados todos los datos, 12 tablas de competencias por cada uno de los alumnos (10 alumnos en total), se estudió cómo realizar el análisis y la comparativa de las 120 tablas obtenidas. Se decidió realizar una media por cada uno de los objetivos. A continuación se expone como se ha llevado a cabo.

En primer lugar, se estudiaron las tablas de todos los alumnos. Por cada tabla se contabilizó el número de valores correspondientes a los criterios comprendidos desde “Nunca” a “Siempre”, como se ve en el ejemplo de la Figura 8.3. Para calcular la media, era necesario dar pesos a esos criterios. La elección de estos pesos se decidió en base a si el criterio era positivo o negativo, dotando al más negativo con un (-2) y al más positivo con el valor opuesto, (2). En la Tabla 8.5 se puede ver la relación entre pesos y criterios.

	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Comprende palabras cotidianas		X			
Aprende de manera natural palabras cotidianas			X		
Emplea de manera natural palabras cotidianas		X			
Resultado	0	2	1	0	0

Figura 8.3: Ejemplo de contabilización de valores en relación a los criterios

Criterios	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Pesos	-2	-1	0	1	2

Tabla 8.5: Relación entre pesos y criterios

En algunos casos las competencias no eran “mejores” por aparecer marcadas como “Siempre”. Por ejemplo, en la competencia “Comete errores de ortografía natural” se da el caso contrario, “Nunca” se corresponde con el mayor valor posible. En estas situaciones se cambian los pesos, otorgando a “Nunca” un 2 y a “Siempre” un -2. Se pueden ver todas las competencias en el Anexo B y a continuación se enumeran aquellas consideradas para este caso en el que se invierten los valores:

- Pertenecientes al objetivo “Mejorar habilidades de lectoescritura”:
 - Comete errores de omisión de letras al copiar palabras
 - Comete errores de sustitución de letras al copiar palabras
 - Comete errores de sustituciones de palabras al copiar frases
 - Comete errores de omisiones de palabras al copiar frases
 - Realiza errores de rectificaciones y de repeticiones de palabras
 - Comete errores de ortografía natural (omisiones de letras, sustituciones, inversiones...)
 - Comete errores de ortografía arbitraria (b-V, ll-y, mayúsculas...)
- Pertenecientes al objetivo “Mejorar habilidades de atención y planificación”
 - Se desconcentra con facilidad

Una vez establecidos los pesos e identificadas las competencias donde se necesitan invertir los mismos, se fueron multiplicando los valores contabilizados (Figura 8.3), por los pesos dados y divididos entre el número de competencias del objetivo. De esta forma, se obtuvieron los datos de cada alumno, con las medias obtenidas por cada objetivo antes y después de utilizar PICTAR. A continuación, para tener una visión general de los resultados por cada objetivo, se sumaron las medias obtenidas por todos los alumnos para cada uno de ellos y se dividieron entre el número de alumnos. Este resultado se puede ver en la Figura 8.7. Por otro lado, se realizaron tres gráficos mostrando el antes y después de las medias obtenidas por cada alumno en cada uno de los tres objetivos, como se ve en las Figuras 8.4, 8.5 y 8.6. En esta última Figura 8.6 la media se ha realizado sobre 9 alumnos, en vez de sobre 10, ya que no se ha obtenido por parte del centro las tablas correspondientes a este objetivo para uno de los alumnos. Todas las tablas realizadas se encuentran disponibles en el repositorio que se indica en las conclusiones de este proyecto en el Capítulo 9 ¹.

¹<https://github.com/NILGroup/TFM-1718-Alejandro>

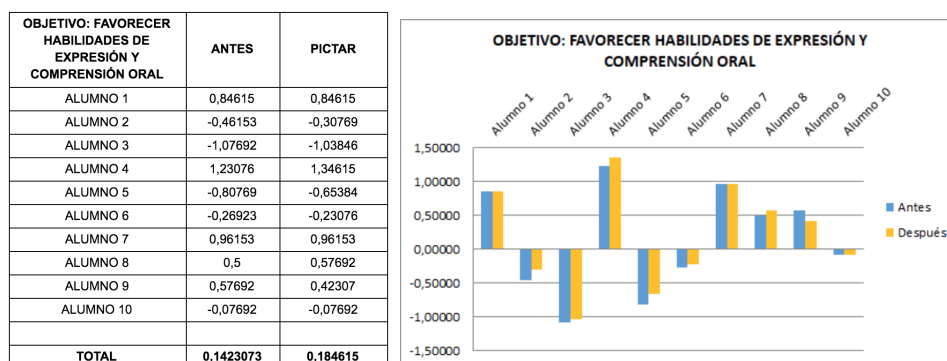


Figura 8.4: Resultado del objetivo “Favorecer habilidades de expresión y comprensión oral, de la evaluación de competencias”

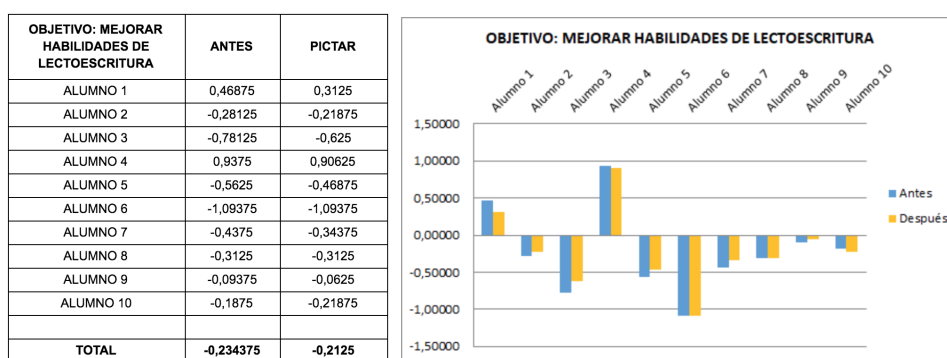


Figura 8.5: Resultado del objetivo “Mejorar habilidades de lectoescritura, de la evaluación de competencias”

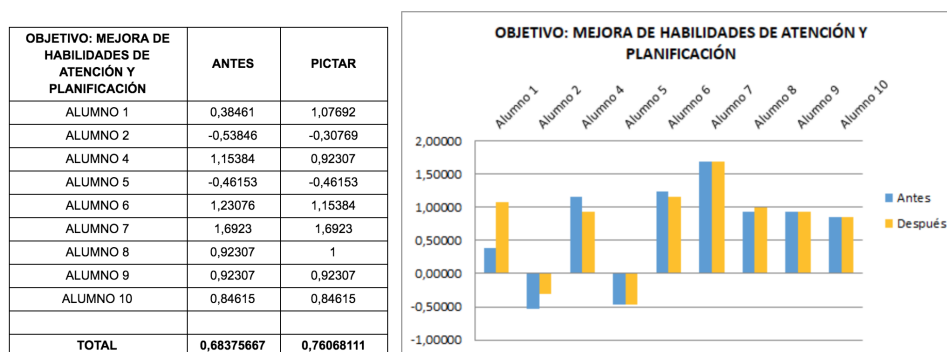


Figura 8.6: Resultado del objetivo “Mejora de habilidades de atención y planificación, de la evaluación de competencias”

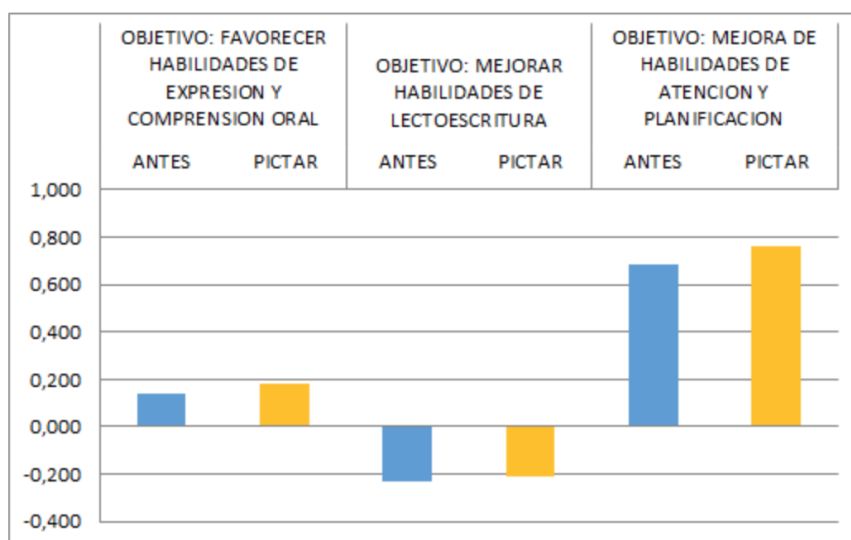


Figura 8.7: Resultado final de la evaluación de competencias

Al realizar las medias se puede ver como algunas tienen valores negativos. Esto se produce porque se han asignado pesos negativos a los criterios, como se ha mencionado anteriormente. En estos casos, la valoración positiva se produce cuanto más se aproxime el resultado a cero. Como se puede ver en la Figura 8.7, los resultados muestran una mejora en todos los objetivos tras la utilización de PICTAR.

Además de estos resultados, el colegio CEPRI realizó dos formularios de usabilidad, uno del uso de la aplicación por parte del alumno y otro por parte del profesional, que se pueden ver en las Figuras 8.8 y 8.9. Se observan buenas impresiones por ambas partes indicando su interés por la aplicación y mostrando su disposición a trabajar los objetivos planteados con PICTAR.

Como conclusión para finalizar esta evaluación de competencias, cabe destacar en primer lugar la información proporcionada por uno de los centros, el cual considera que según su experiencia es necesario trabajar con la aplicación al menos uno o dos años para obtener datos significativos. Durante el poco tiempo que la han probado (1 mes) y los pocos alumnos que la han podido utilizar (10 alumnos), no se puede concluir que haya cambios representativos en los resultados extraídos del análisis realizado. Aun así, se obtiene una impresión positiva al no generar la aplicación rechazo en los alumnos y al mostrar interés los profesionales en seguir utilizando la aplicación según los cuestionarios de usabilidad. Además, este proyecto se utilizará el curso del año que viene teniendo en cuenta las valoraciones y mejoras de las funcionalidades descritas y se repetirán de nuevo las evaluaciones, con el fin de seguir ayudando a este colectivo.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Muestra interés por la aplicación		X			
Entiende cómo se utiliza la aplicación		X			
Mejora su disposición a trabajar en los objetivos planteados con la aplicación					
- Servir como modelo en el lenguaje oral		X			
- Mantener el mensaje en el tiempo para facilitar la realización de una tarea	X				
- Fomentar la comprensión	X				
- Copiar palabras		X			
- Aumentar la capacidad de atención / concentración		X			
- Mejorar la capacidad de planificación		X			
- Mejorar la capacidad de secuenciación		X			
- Orientación visual			X		
- Comprensión lectora de textos sencillos		X			
- Mejorar escritura de frases/ aumentar comprensión de órdenes sencillas		X			
- Mantener el mensaje en el tiempo para facilitar la realización de una tarea/recado	X				
- Mejorar la copia de palabras/realizar agendas-planificaciones		X			
- Aumentar el tiempo en que se mantiene en la tarea	X				
Pide espontáneamente el uso de la aplicación.			X		

Figura 8.8: Resultado evaluación Uso de la aplicación por parte del alumno/a realizado por el colegio CEPRI

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
La aplicación es útil para trabajar los objetivos propuestos					
- Servir como modelo en el lenguaje oral	X				
- Mantener el mensaje en el tiempo para facilitar la realización de una tarea	X				
- Fomentar la comprensión	X				
- Copiar palabras		X			
- Aumentar la capacidad de atención / concentración		X			
- Mejorar la capacidad de planificación		X			
- Mejorar la capacidad de secuenciación		X			
- Orientación visual	X				
- Comprensión lectora de textos sencillos	X				
- Mejorar escritura de frases/ aumentar comprensión de órdenes sencillas		X			
- Mantener el mensaje en el tiempo para facilitar la realización de una tarea/recado	X				
- Mejorar la copia de palabras/realizar agendas-planificaciones		X			
- Aumentar el tiempo en que se mantiene en la tarea	X				
He aprendido a utilizarla con facilidad	X				
Supone un ahorro de tiempo				X	
Me gustaría poder seguir utilizándola	X				
Recomendaría Pictar a otros profesionales		X			
La aplicación es más útil que otros traductores de lenguaje escrito a pictogramas		X			

Figura 8.9: Resultado evaluación Uso de la aplicación por parte del profesional realizado por el colegio CEPRI

Capítulo 9

Conclusiones y Trabajo Futuro

*Me gustan más los sueños del futuro que
las historias del pasado.*

Thomas Jefferson

9.1. Conclusiones

Tras finalizar el proyecto y explicar todo lo recogido en esta memoria, se pueden recabar una serie de conclusiones atendiendo a los objetivos planteados y como se han superado.

En el presente proyecto se ha implementado la aplicación PICTAR, la cual consta de dos partes. Por un lado, un servicio RESTful accesible para la traducción de texto a pictogramas, y por otro lado una aplicación web para el trabajo integral con pictogramas. El objetivo principal, es facilitar a las personas con TEA, a las entidades educativas encargadas de su educación y a sus familiares una herramienta que les ayude a promover las competencias y habilidades de estas personas.

Para el servicio de traducción, se investigaron otras aplicaciones con una funcionalidad parecida (PictoTraductor, AraWord y AraTraductor) con el fin de mejorar el método de traducción que ofrecían. Dicho objetivo se cumplió implementando un algoritmo sin limitaciones a la hora de buscar n-gramas y sin problemas en la detección de tiempos verbales, en comparación con el PictoTraductor y AraTraductor. Como se ha visto en la evaluación de materiales, PICTAR tiene la ventaja de poder introducir frases enteras en el buscador en vez de ir palabra por palabra como en AraWord. Además tanto AraTraductor como AraWord tienen el inconveniente de que se ajustan únicamente a dispositivos con unos determinados requisitos, dependientes del sistema operativo y de la plataforma. En este proyecto se ha realizado una

aplicación web disponible para cualquier dispositivo, ofreciendo la mayor accesibilidad posible.

Prueba de la utilidad y el buen funcionamiento del servicio de traducción es que actualmente se está utilizando en dos proyectos de trabajo de fin de grado orientados a ayudar también a personas con discapacidad. En uno se ha implementado un plugin de Google Chrome (Corta, 2018) que al seleccionar un texto de una página hace uso del servicio de traducción, contado en esta memoria, para mostrar al usuario los pictogramas relativos a ese texto. El otro se centra en mejorar el proyecto “I.amAble” (Domínguez, 2017), una aplicación web que pretende poner al alcance del público la química a través de experimentos básicos explicándolos mediante pasos sencillos. En dichos pasos se hace uso de los pictogramas obtenidos a través de nuestro servicio de traducción, para especificar lo que se debe hacer.

Respecto a la aplicación web, se implementó desde cero sin hacer uso de plantillas externas, y siguiendo un diseño orientado por el usuario gracias a la colaboración de distintas entidades educativas. Las necesidades y requisitos que planteaban han ayudado a aproximar este proyecto a los usuarios, y a realizar evaluaciones para validarla. En este momento se siguen realizando evaluaciones en los centros, las cuales se incluirán en esta memoria una vez finalizadas.

Aunque quedan aspectos por pulir y mejorar en la aplicación, en la evaluación de competencias desarrollada que ha dado tiempo a realizar, se muestran resultados prometedores pero no son concluyentes ya que hace falta que usen la aplicación más tiempo para obtener conclusiones fiables.

También es interesante destacar que este trabajo ha dado lugar a una publicación como artículo corto en la XIX International Conference On Human-Computer Interaction 2018 que se celebrará en Palma de Mallorca en Septiembre de este año, con título “PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas” y autores Alejandro Martín, Raquel Hervás, Gonzalo Méndez y Susana Bautista. El artículo completo se puede ver en el Apéndice C.

Con el fin de dar la posibilidad a cualquier persona de utilizar, adaptar y mejorar la aplicación para seguir apoyando a este colectivo, se ha subido el código del proyecto a GitHub con licencia libre. Se puede encontrar en el enlace: <https://github.com/NILGroup/TFM-1718-Alejandro>. A nivel personal no existe mayor satisfacción que trabajar en proyectos que ayuden a personas con algún tipo de discapacidad a mejorar su calidad de vida.

9.2. Trabajo Futuro

Una vez terminado el proyecto se abren un gran conjunto de líneas de investigación futura, a través de los resultados de las evaluaciones establecidas. El tiempo limitado para el desarrollo del proyecto ha supuesto no poder implementar todas las funcionalidades e ideas deseadas que han ido surgiendo a lo largo del mismo. PICTAR ha conseguido cumplir los objetivos propuestos en esta memoria pero aún así queda mucho camino por recorrer para mejorar la comunicación, las habilidades y las competencias de las personas con TEA. La continuidad del desarrollo de herramientas en este ámbito puede acercarnos a alcanzar dicho propósito. A continuación se exponen algunas modificaciones e ideas de cara a trabajos futuros, empezando por solventar los problemas detectados en las evaluaciones heurísticas que por falta de tiempo no han podido ser tratados.

En cuanto a la aplicación se refiere, se podría facilitar al usuario el guardado de materiales, frases y búsquedas realizadas creando perfiles mediante el registro de usuarios. También, darle la posibilidad de utilizar sus propios pictogramas, implementando una función para subir y capturar imágenes de forma que se almacenen en una base de datos local, para su posterior reutilización y comodidad.

Otro aspecto a mejorar sería sustituir la cuadrícula del modo editor por un *Canvas* similar al que utiliza BoardMaker, ofreciendo al usuario un entorno más configurable donde pueda crear sus propios recuadros, moverlos, dibujar, incluir texto, etc. En relación con la generación de contenido, las entidades educativas estaban interesadas en poder exportar los pictogramas de la cuadrícula directamente a otras aplicaciones como Microsoft PowerPoint o Microsoft Word.

Por otra parte, con el fin de corregir las palabras mal escritas por el usuario, se podría realizar la inclusión en la barra de búsqueda y en los campos de texto, pertenecientes a la cuadrícula, un corrector automático. Por ejemplo mediante la utilización de librerías externas, como JOrtho, especializada en corrección ortográfica. Además, sería interesante añadir reconocimiento de voz en la traducción para evitar la escritura de la frase y permitir reproducir el texto de los huecos de la cuadrícula del modo editor, aportando un refuerzo auditivo que ayude a asociar las imágenes con las palabras.

En referencia a la traducción, ante las palabras no encontradas se podría indicar su nombre e incorporar un servicio dentro de la aplicación web donde se pueda buscar sinónimos y elegir el más conveniente, tras ver en este proyecto la dificultad y los problemas que presenta integrar esta opción directamente en el servicio de traducción.

Por último, centrandó la atención en el uso de la aplicación por parte de los alumnos, sería interesante reforzar la comprensión de los conceptos que van aprendiendo a través del desarrollo de minijuegos.

Chapter 10

Conclusions and Future Work

10.1. Conclusions

After completing the project and explaining everything that has been gathered in this report, a series of conclusions can be gathered according to the objectives set and how they have been overcome.

In the present project a application, PICTAR, has been implemented, which consists of two parts. On the one hand, a RESTful service accessible for the text translation to pictograms and on the other hand a web application for the integral work with pictograms. The main objective is to provide people with ASD, educational entities responsible for their education and their families with a tool that helps them promote the skills and abilities of these people.

For the translation service, other applications with similar functionality (PictoTraductor, AraWord and AraTraductor) were investigated in order to improve the translation method they offered. This objective was fulfilled by implementing an algorithm without limitations when looking for n-grams and without problems in the detection of verb tenses, in comparison with the PictoTraductor and AraTraductor. As seen in the evaluation of materials, PICTAR has the advantage of being able to enter whole sentences in the search engine instead of going word by word like in AraWord. In addition, both AraTraductor and AraWord have the disadvantage that they only fit devices with certain requirements, depending on the operating system or platform. In this project a web application has been made available for any device, offering the greatest possible accessibility.

Proof of the usefulness and proper functioning of the translation service is that it is currently being used in two end-of-degree work projects aimed at

helping people with disabilities as well. In one, a Google Chrome plugin (Corta, 2018) has been implemented that, when selecting a text on a page, makes use of the translation service, counted in this memory, to show the user the pictograms related to that text. The other focuses on improving the "I.amAble" project (Domínguez, 2017), a web application that aims to make chemistry available to the public through basic experiments, explaining them through simple steps. In these steps, the pictograms obtained through our translation service are used to specify what should be done.

Regarding the web application, it was implemented from scratch without making use of external templates, and following a user-oriented design thanks to the collaboration of different educational entities. The needs and requirements that they raised have helped to bring this project closer to the users, and to carry out evaluations to validate it. At this time, evaluations continue to be carried out in the centers, which will be included in this report once completed.

Although there are aspects to be refined and improved in the application, in the evaluation of skills developed that were performed, promising results are shown but they are not conclusive since they need to use the application longer to obtain reliable conclusions.

It is also interesting to note that this work has led to a publication as a short article in the XIX International Conference On Human-Computer Interaction 2018 to be held in Palma de Mallorca in September of this year, with the title "PICTAR: A content development tool for people with ASD based on the translation of text into pictograms" and authors Alejandro Martín, Raquel Hervás, Gonzalo Méndez and Susana Bautista. The full article can be seen in the Appendix C.

In order to give the possibility to anyone to use, adapt and improve the application, to continue supporting this group, the project code has been uploaded to GitHub with a free license. It can be found at the link: <https://github.com/NILGroup/TFM-1718-Alejandro>. On a personal level there is no greater satisfaction than working on projects that help people with some type of disability to improve their quality of life.

10.2. Future Work

Once the project is finished, a large set of future research lines are opened, through the results of the established evaluations. The limited time for the development of the project has meant not being able to implement all the functionalities and desired ideas that have been emerging throughout it. PICTAR has managed to meet the objectives proposed in this report

but there is still a long way to go to improve the communication, skills and competences of people with ASD. The continuity of the development of tools in this area can bring us closer to achieving this purpose. Below are some modifications and ideas for future work, starting with solving the problems detected in the heuristic evaluations that due to lack of time could not be treated.

As far as the application is concerned, the user could be provided with the storage of materials, phrases and searches carried out by creating profiles through user registration. Also, they are given the possibility to use their own pictograms, implementing a function to upload and capture images so that they are stored in a local database, for later reuse and convenience.

Another aspect to improve would be to replace the grid of the editor mode with a *Canvas* similar to the one used by BoardMaker, offering the user a more configurable environment where he can create his own boxes, move them, draw, include text, etc. In relation to the generation of content, the educational entities were interested in being able to export the grid pictograms directly to other applications such as Microsoft PowerPoint or Microsoft Word.

On the other hand, in order to correct misspelled words by the user, an automatic corrector could be included in the search bar and in the text fields belonging to the grid, for example, through the use of external libraries, such as JOrtho specialized in spell-checking. In addition, it would be interesting to add speech recognition in the translation to avoid writing the phrase and allow the text of the grid holes of the editor mode to be reproduced, being an auditory reinforcement that helps to associate the images with the words.

In reference to the translation, before the words not found, you could indicate its name and incorporate a service within the web application where you can search for synonyms and choose the most convenient one, after seeing in this project the difficulty and the problems that integrate this option directly on the translation service.

Finally, focusing attention on the use of the application by students, it would be interesting to reinforce the understanding of the concepts they learn through the development of mini-games.

Apéndice A

Apéndice - Documento proporcionado a los expertos para la Evaluación Heurística

En este documento se detallan las funciones a realizar para esta evaluación heurística, donde se quiere evaluar la aplicación web PICTAR. La cual está accesible desde el siguiente enlace: <http://hypatia.fdi.ucm.es/pictar>

Es una aplicación dividida en dos partes:

- Un servicio de traducción que se puede encontrar en la parte superior de la página, debajo del rótulo de “Traducir Frase”, donde introducimos la frase que queremos y nos devuelve la traducción en pictogramas. En caso de que no encuentre una de las palabras nos devolverá un aspa roja.
- Un modo editor con una cuadrícula, con la que podemos interactuar con los pictogramas. Este modo está compuesto a su vez por dos partes:
 - Un grid donde se colocan los pictogramas.
 - Un buscador situado en la parte derecha. (Nos permite buscar una palabra o secuencia de palabras devolviendonos los pictogramas cuyo nombre en la base de datos coincida exactamente con el introducido).

Para interactuar con el grid, únicamente deberemos hacer uso del buscador, donde los pictogramas obtenidos de una consulta se podrán arrastrar a cualquier posición de la cuadrícula, o bien mediante el servicio de traducción. Tras realizar una consulta, que pasará por un análisis morfológico, y obtener el resultado en pictogramas, aparecerá un botón en la parte inferior para

mover los pictogramas obtenidos a la cuadrícula, situandolos tras el último pictograma que haya en dicho grid.

Funciones:

Servicio Traducción:

- Traducir una frase en el servicio de traducción sin N-Gramas. Ejemplo:
 - Los niños van al colegio
- Traducir una frase con uno o varios N-Grama. Ejemplos:
 - Los niños juegan al fútbol tras salir de clase (N-Grama: jugar al fútbol).
 - El pez respira bajo el agua gracias a las branquias (N-Grama: respirar bajo el agua).
 - Te tienes que lavar las manos después de comer patatas fritas (N-Gramas: lavar las manos / patatas fritas).
- Intentar traducir introduciendo símbolos, caracteres especiales o dobles espacios.
- Intentar traducir dejando el campo vacío.
- Bajar la traducción al modo editor. Probar a bajarla varias veces, teniendo el grid vacío o con algún pictograma.
- Ocultar el servicio de traducción.

Modo editor:

- Buscar palabras para arrastrar al grid.
- Arrastrar un pictograma del buscador o de la traducción a un hueco del grid que ya contiene un pictograma.
- Aumentar el número de cajas del grid.
- Cambiar el tamaño del grid, tanto los elementos como las columnas.
- Borrar el contenido de un hueco del grid.
- Eliminar el hueco de un pictograma en el grid.
- Introducir texto arriba, abajo de los pictogramas o dejarlos con el formato inicial sin ningún campo de texto.
- Cambiar el color de los pictogramas a blanco y negro.
- Volver a cambiar al color original.
- Probar a exportar con el grid vacío.

- Probar a exportar con una serie de pictogramas.
- Importar un archivo, comprobar que se cargan los pictos. Probar con distintos archivos o aplicaciones, para detectar si da algún tipo de error cuando recibe un archivo inesperado.
- Refrescar la pantalla.
- Probar en distintos dispositivos y navegadores, comprobando si es responsive.

Apéndice B

Apéndice - Tablas con los objetivos y competencias evaluados en la Evaluación de competencias

Objetivo: Favorecer habilidades de expresión y comprensión oral	
Competencia: Expresión oral	Competencia: Vocabulario
Utiliza artículos	Comprende palabras cotidianas
Utiliza nexos sencillos (y, con, en...)	Aprende de manera natural palabras cotidianas
Utiliza pictos como apoyo para expresarse oralmente	Emplea de manera natural palabras cotidianas
Realiza enunciados de una palabra (Ob)	Comprende palabras técnicas ajustadas a su nivel lingüístico
Realiza enunciados de la forma: V + Ob	Aprende de manera natural palabras técnicas ajustadas a su nivel lingüístico
Realiza enunciados de la forma: S+V+ Ob	Emplea de manera natural palabras técnicas ajustadas a su nivel lingüístico
Realiza enunciados de la forma: S+ V	Competencia: Comprensión Oral
Realiza enunciados con otras estructuras más complejas que las anteriores	Comprende enunciados sencillos transmitidos oralmente
Realiza descripciones sencillas de imágenes utilizando un vocabulario adecuado	Comprende enunciados sencillos transmitidos mediante pictogramas
Describe situaciones sencillas	Comprende enunciados sencillos transmitidos mediante signos
Explica actividades	Comprende instrucciones sencillas transmitidas oralmente
Expone ideas con orden y coherencia utilizando apoyo visual durante al menos 2 minutos	Comprende instrucciones sencillas transmitidas mediante pictogramas
	Comprende instrucciones sencillas transmitidas mediante signos

Figura B.1: Competencias pertenecientes al objetivo “Favorecer habilidades de expresión y comprensión oral”

Objetivo: Mejorar habilidades de lectoescritura	
Competencia: Copia de palabras	Competencia: Escritura de frases utilizando pictos
Copia palabras	Es capaz de encontrar pictogramas determinados
Comete errores de omisión de letras al copiar palabras	Es capaz de escribir una frase sencilla de dos elementos
Comete errores de sustitución de letras al copiar palabras	Es capaz de escribir una frase sencilla de tres elementos
Comete errores de sustituciones de palabras al copiar frases	Es capaz de escribir una frase de más de tres elementos
Comete errores de omisiones de palabras al copiar frases	Incluye artículos en sus frases
Competencia: Fluidez lectora	Incluye nexos sencillos (y, con, en...) en sus frases
Es capaz de leer en alto palabras aisladas	Competencia: Ortografía
Realiza errores de rectificaciones y repeticiones de palabras	Comete errores de ortografía natural (omisiones de letras, sustituciones, inversiones...)
Lee en alto, señalizando, con buena pronunciación, sin titubeos, saltos, etc,...	Comete errores de ortografía arbitraria (b-v, ll-y, mayúsculas...)
Al leer en alto cambia la entonación ante signos de interrogación y admiración	Identifica errores ortográficos al señalar la letra en la que se encuentra el problema
Lee en alto sin señalar, respetando todos los signos de texto	Identifica errores ortográficos al señalar la palabra en la que se encuentra el problema
Competencia: Expresión escrita	Identifica errores ortográficos al señalar la línea en la que se encuentra el problema
Escribe palabras	Competencia: Comprensión lectora de textos sencillos
Escribe frases sencillas y oraciones sencillas con sentido	Entiende el mensaje global de textos leídos
Elabora textos sencillos (10-15 líneas) sobre temas cotidianos con sentido y corrección	Entiende la idea principal de textos leídos
Compone textos sencillos (10-15 líneas) de diferentes tipos, a partir de textos modelo, con coherencia	Entiende las ideas secundarias de textos leídos
	Responde correctamente a ¿quién?
	Responde correctamente a ¿qué?
	Responde correctamente a ¿cómo?
	Responde correctamente a ¿dónde?

Figura B.2: Competencias pertenecientes al objetivo “Mejorar habilidades de lectoescritura”

Objetivo: Mejora de habilidades de atención y planificación	
Competencia: Realización de agendas-planificaciones-secuencias	Competencia: Capacidad de concentración en la tarea
Es capaz de encontrar pictogramas determinados	Es capaz de mantener la atención en tareas de su interés
Es capaz de ordenar los pictogramas seleccionados para hacer planificaciones/agendas/secuencias	Es capaz de mantener la atención en tareas que no son de su interés
Es capaz de seguir los pasos especificados en la agenda/planificación/secuencia	Es capaz de mantener la atención en tareas fáciles
Competencia: Realizar tareas/recados	Es capaz de mantener la atención en tareas difíciles
Es capaz de realizar recados/tareas sencillas	Se desconcentra con facilidad
Puede recordar los pasos a seguir sin apoyo visual	
Puede recordar los pasos a seguir con pictos como apoyo visual	
Puede realizar los pasos a seguir utilizando pictos como apoyo visual para hacer recados/tareas	
Utiliza pictos como apoyo para expresarse oralmente con el objetivo de realizar la tarea/recado	

Figura B.3: Competencias pertenecientes al objetivo “Mejorar habilidades de atención y planificación”

Apéndice C

Apéndice - PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas

En este apéndice se muestra el artículo enviado el 25 de abril a la XIX International Conference on Human-Computer Interaction, congreso organizado por la asociación AIPO (Asociación Interacción Persona-Ordenador). Se decidió presentar en formato de artículo corto ya que no se disponía de la mayoría de evaluaciones mencionadas en esta memoria. Por lo tanto, en el artículo se expone la herramienta desarrollada en este proyecto junto con la evaluación preliminar realizada a finales de febrero.

PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas

Alejandro Martín
Universidad Complutense de Madrid
Madrid, Spain
alemar07@ucm.es

Gonzalo Méndez
Universidad Complutense de Madrid
Madrid, Spain
gmendez@fdi.ucm.es

Raquel Hervás
Universidad Complutense de Madrid
Madrid, Spain
raquelhb@fdi.ucm.es

Susana Bautista
Universidad Francisco de Vitoria
Madrid, Spain
susana.bautista@ufv.es

ABSTRACT

Los avances actuales en el campo de las TICs han permitido un importante impulso en el desarrollo de los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs), tan necesarios para que las personas con discapacidad puedan comunicarse con su entorno. En este trabajo se presenta PICTAR, un SAAC orientado a personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA), que facilita el trabajo con pictogramas y la elaboración de materiales a partir de éstos en el ámbito de la educación especial. Para ello, la aplicación no sólo permite crear materiales basados en pictogramas de una manera cómoda y sencilla, sino que incluye capacidades de traducción de texto a pictogramas para facilitar el trabajo del usuario. Las evaluaciones preliminares con expertos muestran que la herramienta puede ser útil no sólo para los docentes que elaboran materiales en pictogramas, sino para los alumnos con TEA, que pueden así reforzar sus competencias de lecto-escritura.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **Accessibility technologies; Accessibility systems and tools; User interface management systems; Empirical studies in accessibility;**

KEYWORDS

Editor, Pictogramas, ARASAAC, Traducción texto-picto, TEA, Discapacidad, Accesibilidad

ACM Reference Format:

Alejandro Martín, Raquel Hervás, Gonzalo Méndez, and Susana Bautista. 2018. PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas. In *Proceedings of XIX International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACCIÓN)*. ACM, New York, NY, USA, 5 pages. <https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn>

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

INTERACCIÓN, 2018

© 2018 Copyright held by the owner/author(s).

ACM ISBN 978-x-xxxx-xxxx-x/YY/MM.

<https://doi.org/10.1145/nnnnnnn.nnnnnnn>

1. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos actuales permiten alcanzar objetivos e hitos que hace unos años eran imposibles o meramente inimaginables. Dentro del ámbito educativo, se han desarrollado multitud de herramientas destinadas a facilitar las labores de los profesores y los alumnos en su día a día. Aún así, existen sectores de la población que no pueden beneficiarse de los programas educativos tradicionales debido a distintos tipos de discapacidades cognitivas o motoras.

En concreto, este trabajo se enfoca en la problemática que experimentan algunas personas con Trastornos del Espectro Autista (TEA). La gran mayoría de los niños y niñas con TEA presentan dificultades para aprender a hablar y a entender el sentido de algunas palabras. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) y los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs) permiten atraer la atención de este colectivo mediante la presentación de imágenes y sonidos de una manera estimulante. La adopción de estos SAACs por parte de personas con dificultades en la comunicación potencia el desarrollo del lenguaje sin suponer ningún impedimento para el desarrollo del habla, sino al contrario. Para las personas con TEA, es fundamental tener formas alternativas de recibir la información de su contexto mediante refuerzos visuales, auditivos o mixtos. Uno de los SAACs más extendidos y usados en la actualidad son los pictogramas, imágenes que representan elementos concretos y abstractos del mundo real y que se pueden usar como sustitución del lenguaje oral o escrito.

En el ámbito de la educación especial se usan estos pictogramas como apoyo visual para enfatizar y recalcar el significado de los conceptos que se están enseñando, tanto si se está trabajando la adquisición del lenguaje oral como si no. Así, los docentes se encuentran con la necesidad de realizar un esfuerzo adicional para la generación de los materiales basados en pictogramas que necesitan para sus actividades: cuentos, textos sobre distintas temáticas, apoyos visuales adicionales, etc.

En este trabajo se presenta la herramienta PICTAR, que facilita el trabajo con pictogramas y la elaboración de materiales a partir de éstos, en el marco del proyecto “Aulas TIC de Autismo España. Validación e implementación de recursos TIC” del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. El objetivo general del proyecto es promover la adquisición de competencias y habilidades de niños y niñas con TEA mediante recursos TIC validados y contrastados

científicamente por los profesionales y por los propios alumnos con TEA. El proyecto tiene una duración de 6 meses, de enero de 2018 a junio de 2018, y desde el punto de vista educativo participan cinco entidades a nivel nacional: la Asociación Autismo Sevilla, la Asociación El Alba-Autismo Burgos, Asociación Desarrollo-Autismo Albacete, CEE CEPRI de Madrid y la Asociación Aleph-TEA de Madrid. Así, se ha afrontado el desarrollo de la herramienta en estrecha colaboración con asociaciones y centros de educación especial, de cara a resolver los problemas que encuentran a la hora de trabajar con pictogramas de la manera más adaptada a sus necesidades que sea posible.

2. TRABAJO RELACIONADO

Para muchas personas con autismo es necesario el uso de sistemas complementarios al habla (Comunicación Aumentativa) o suplementarios (Comunicación Alternativa) para poder desarrollar al máximo potencial su comunicación. La comunicación basada en SAACs intenta proporcionar a los usuarios una alternativa a la comunicación basada en lenguaje natural que les permita comunicarse con su entorno de manera satisfactoria. Para ello, los pictogramas constituyen no sólo un mecanismo para comunicar ideas o sentimientos, sino una herramienta que les permite interpretar, entender y convertir sus ideas en imágenes de manera eficiente. Aunque existe una amplia variedad de conjuntos de pictogramas, el sistema más extendido en España es el diseñado por ARASAAC¹, el portal aragonés de Comunicación Aumentativa y Alternativa, que proporciona una amplia base de datos de pictogramas en español.

Existen múltiples herramientas basadas en los pictogramas de ARASAAC con el objetivo de mejorar la comunicación de usuarios con discapacidad. Azahar² es un conjunto de aplicaciones orientadas a que personas con discapacidad mejoren sus habilidades de comunicación, ayudándoles a planificar sus tareas. Al poder usarse en dispositivos móviles, contribuye a mejorar la calidad de vida y la sensación de independencia de estos usuarios. TICO³ es una aplicación para desarrollar tableros de comunicación⁴ interactivos, que consta de un editor y un intérprete. AraBoard [2] es un conjunto de herramientas orientado a la creación de tableros con pictogramas e imágenes personalizadas. Su objetivo es ayudar en la planificación de tareas rutinarias, creando y explicando las tareas de manera sencilla.

Además, algunos sistemas SAACs incluyen capacidades de traducción de texto a pictogramas. Pictotraductor⁵ es un traductor de texto a pictogramas en forma de aplicación web. Recibe como entrada texto plano en español, y devuelve una traducción en pictogramas que consiste prácticamente en una traducción palabra por palabra. AraWord [1], es un procesador de textos que permite generar tableros simultáneamente con pictogramas y texto, con el objetivo de facilitar la creación de documentos y la adaptación de textos. Vandeghinste et al. [4, 5] presentan un traductor de correos electrónicos a pictogramas para el inglés, español y holandés. Para

ello utilizan una base de datos léxico-semántica, entrenando el sistema con un corpus específico de correos electrónicos y orientando así la herramienta este dominio. AraTraductor [3] es un traductor de texto a pictogramas que utiliza técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural para mejorar el proceso de traducción.

3. PICTAR: UNA APLICACIÓN WEB PARA LA CREACIÓN DE MATERIALES EN PICTOGRAMAS

La herramienta PICTAR tiene como objetivo facilitar el trabajo con pictogramas en el ámbito educativo, desde tareas como la edición de materiales por parte de los docentes, como su uso por parte de los alumnos en las actividades dentro del aula cuando sea posible. Para identificar los requisitos y el alcance de la aplicación, se contó con la colaboración del Colegio de Educación Especial CEPRI⁶, un centro específico para personas con TEA severo y deficiencias cognitivas asociadas.

A partir de esta colaboración, se obtuvieron los siguientes requisitos principales:

- La herramienta debería ser fácilmente accesible desde distintos dispositivos, facilitando así el trabajo de los profesionales tanto en el aula como en el hogar.
- Los pictogramas a utilizar deben ser los de ARASAAC, que son los que conocen los alumnos. Dependiendo del nivel de los alumnos, en ocasiones se necesita trabajar en blanco y negro ya que los colores pueden distraerlos.
- La herramienta debería ser flexible, permitiendo la edición de los materiales en distintas distribuciones espaciales según las necesidades de cada actividad.
- En algunos casos será necesario incluir texto junto a los pictogramas con los que se está trabajando.
- Para la elaboración de materiales en pictogramas a partir de texto (cuentos, noticias,...), un traductor de texto a pictogramas resultaría muy útil. También debe ser posible eliminar o sustituir un pictograma en cualquier momento.

Para cumplir estos objetivos, se decidió implementar la herramienta como una aplicación web. Esto la hace accesible desde cualquier dispositivo (móvil, tablet, ordenador), de una manera mucho más flexible que si se desarrollara como una aplicación móvil para Android o iOS por los problemas de compatibilidad entre dispositivos y versiones que esto podría suponer. Así, PICTAR tiene dos partes claramente diferenciadas: la página web en la que se realiza la edición de los materiales, y un servicio web de traducción que dado un texto permite traducirlo a pictogramas y usar esta traducción como parte del material con el que se está trabajando. A continuación se dan más detalles de estas dos partes de la aplicación.

3.1. Página web para la edición de materiales

La página web de PICTAR (<http://hypatia.fdi.ucm.es/pictar/>) es la interfaz de la aplicación donde los usuarios pueden realizar el trabajo con los pictogramas de ARASAAC. Para permitir su uso desde todo tipo de dispositivos, se ha llevado a cabo un diseño *responsive* que adapta los distintos elementos según el tamaño de

¹<http://www.arasaac.org/>

²<http://www.proyectoazahar.org/>

³<http://arasuite.proyectotico.es/index.php>

⁴Un tablero de comunicación es un sistema alternativo y aumentativo de la comunicación que normalmente es una cuadrícula donde colocan pictogramas para poder expresar sus deseos y sentimientos.

⁵<https://www.pictotraductor.com/>

⁶<http://colegiocepri.com/>

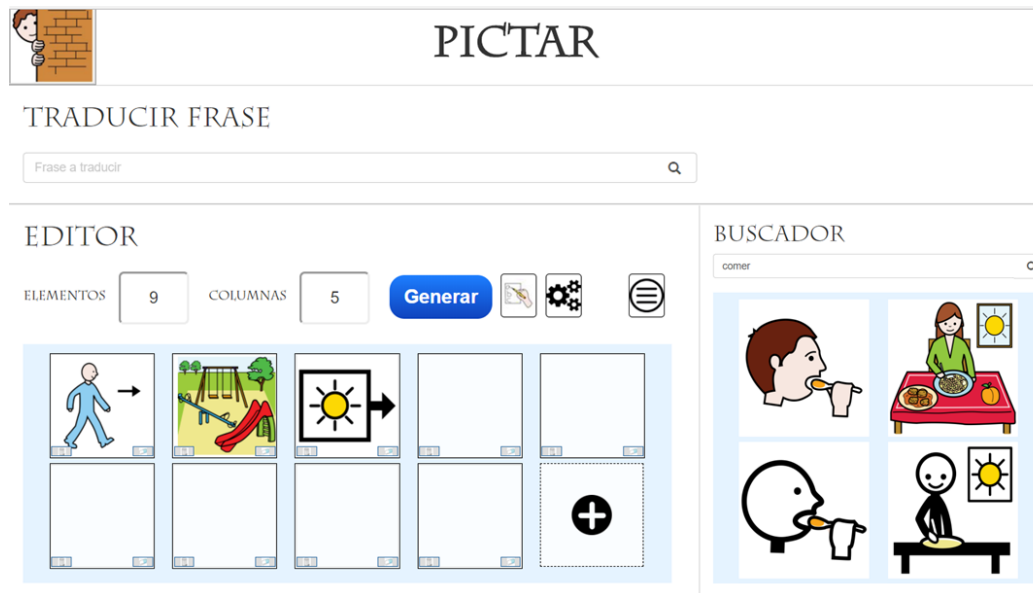


Figura 1: Página web con las tres áreas de trabajo de PICTAR: el traductor, el editor y el buscador

pantalla y su orientación. En la Figura 1 se puede ver la distribución de la página en tres áreas: editor, buscador y traductor.

El *Editor* es el área de trabajo principal de la aplicación. Para permitir la máxima flexibilidad a la hora de generar los materiales, se ha organizado en forma de cuadrícula configurable. Así, el usuario puede decidir el número de “huecos” que desea en el material y en cuantas columnas quiere distribuirlos, y al pulsar el botón *Generar* se creará la cuadrícula con estas características. Además, en cualquier momento puede añadir nuevos huecos al final de la cuadrícula si fuera necesario. Cada uno de estos huecos puede contener un pictograma seleccionado o bien quedar en blanco, lo que permite que el usuario decida la distribución final del material según lo necesite. Para incluir un pictograma en uno de los huecos basta con arrastrar el pictograma que se desee desde la traducción o el buscador (de los que hablaremos más adelante).

Sobre los pictogramas que se muestran en el área de edición se pueden realizar una serie de funciones:

- Asociar texto a los pictogramas. Si el usuario así lo requiere, es posible asociar un texto a cada pictograma. Se puede elegir si este texto aparecerá sobre o debajo de los pictogramas. Para ello, se puede utilizar el primer botón a la derecha de *Generar*.
- Cambiar el color de los pictogramas. Si así se desea, se puede hacer que todos los pictogramas aparezcan en blanco y negro en lugar de en su color original. Para ello, se puede utilizar el segundo botón a la derecha de *Generar*.
- Borrado. Cada pictograma en el área de edición presenta dos pequeños botones en sus dos esquinas inferiores. Uno de ellos sirve para borrar el pictograma en ese hueco, dejándolo en blanco, y el otro para borrar el hueco completo, desplazando el resto de pictogramas hacia la izquierda y arriba en toda la cuadrícula.

Además, en cualquier momento es posible exportar el trabajo del área de edición para guardarlo en el disco duro local y poder importarlo para seguir trabajando más adelante (tercer botón a la derecha de *Generar*). Finalmente, el usuario puede usar las funciones de impresión del navegador para imprimir los pictogramas de la cuadrícula donde ha realizado la edición.

La segunda zona de trabajo es el *Buscador*, donde el usuario puede buscar cualquier palabra en castellano para obtener los pictogramas asociados en ARASAAC. Esta búsqueda es predictiva, de manera que según se van escribiendo caracteres se van mostrando los pictogramas que comienzan por ellos. Los pictogramas encontrados pueden ser arrastrados a cualquier hueco del área de edición según los necesite el usuario.

Finalmente, para facilitar la creación de materiales de manera rápida y eficiente, la tercera zona de trabajo de la aplicación es el *Traductor*. El usuario puede escribir cualquier texto en castellano y obtendrá como resultado su traducción a pictogramas tal y como muestra la Figura 2. Si para una parte de la traducción se ha encontrado más de un pictograma, el usuario puede cambiar de uno a otro usando las flechas que se muestran encima y debajo de ese pictograma. Finalmente, el botón inferior del área de traducción hace que la frase completa en pictogramas baje al área de edición, colocándose tras el último pictograma que se encuentre en ella. El funcionamiento de la traducción se explica en la siguiente sección.

3.2. Servicio de traducción texto-picto

El proceso de traducción texto-picto se ha implementado como un servicio REST⁷ para facilitar su uso desde otras aplicaciones que puedan encontrarlo útil. El primer paso una vez se recibe el texto es realizar un análisis morfológico del mismo para obtener las categorías gramaticales y lemas de las palabras. La importancia de

⁷<https://restfulapi.net/>

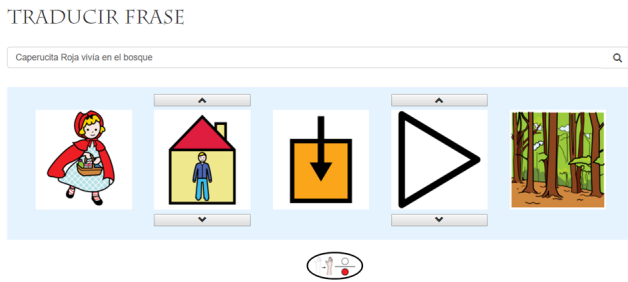


Figura 2: Ejemplo de traducción de texto a pictogramas para el texto “Caperucita Roja vivía en el bosque”

conseguir el lema de las palabras reside en cómo se organiza la base de datos de ARASAAC, ya que por lo general cada pictograma está relacionado sólo con el lema de una palabra. Por ejemplo, existe un pictograma para el verbo “comer” pero no para ninguna de sus derivaciones, o para el adjetivo “feliz” pero no para “felices”. Para llevar a cabo este proceso de análisis y lematización se recurrió a *Spacy*⁸, una herramienta de procesamiento de lenguaje natural de altas prestaciones y disponible para varios idiomas.

Una vez realizado el análisis, para cada palabra se almacena su lema y su categoría gramatical. En lugar de realizar una simple correspondencia palabra-pictograma, se realiza un tratamiento adicional de posibles n-gramas (sucesiones de n palabras cuya unión puede tener un significado conjunto y estar representada por uno o más pictogramas). En la base de datos de ARASAAC existen muchas expresiones de este tipo con un único pictograma asociado, como por ejemplo “crema solar” o “saltar a la pata coja”. En estos casos, una traducción palabra a palabra causaría una pérdida de información importante para los usuarios. Así, el servicio realiza un procesamiento a partir de cada palabra para ver si junto a las siguientes forma un n-grama con pictograma asociado en ARASAAC.

El resultado final del servicio de traducción es un JSON⁹ con las palabras del texto (agrupadas como n-gramas donde corresponda), y para cada una de ellas los identificadores de los pictogramas asociados en ARASAAC. En la Figura 2 se puede ver el resultado de la traducción de la frase “Caperucita Roja vivía en el bosque” tal cual se muestra en PICTAR. Por ejemplo, se puede observar que se ha recuperado un único pictograma para el bigrama “Caperucita Roja”, y que la conjugación en pasado del verbo “vivir” no ha sido un problema gracias al análisis morfológico realizado.

4. EVALUACIÓN PRELIMINAR

En el marco del proyecto “Aulas TIC de Autismo España. Validación e implementación de recursos TIC”, se llevó a cabo una evaluación preliminar informal en el mes de febrero con los responsables TICs de las entidades participantes en el mismo. Durante esta sesión se presentó la aplicación PICTAR con el objetivo de realizar una primera aproximación a los expertos y estudiar las opciones de utilización en el aula con sus alumnos, con especial hincapié en los

objetivos que se podrían trabajar a través de ella y cómo se podría validar el uso de la misma.

La sesión de evaluación se desarrolló en tres partes. Para empezar, se realizó una breve presentación de la herramienta y sus funcionalidades. Después, se dejó a los profesionales probar la aplicación de manera libre, siempre con la presencia de los desarrolladores para solucionar cualquier problema o duda que pudiera surgir. Finalmente, se realizó una discusión grupal en base a las siguientes cuestiones:

- ¿Podría ser útil para los docentes?
- ¿Podría ser útil para los alumnos?
- ¿Podría ser útil en el hogar?
- Escenarios en los que se podría usar la aplicación.
- Beneficios que creen que podrían obtener del uso de la aplicación.

Aunque inicialmente la aplicación tenía como objetivo ayudar a los docentes a preparar materiales en pictogramas para sus actividades en el aula, durante la discusión los profesionales vieron también posibilidades de uso por parte de aquellos alumnos que estén trabajando la lecto-escritura. Incluso podría ser útil su uso en el hogar para reforzar las actividades realizadas en el aula.

Los escenarios de uso se abordaron desde dos puntos de vista diferentes. Desde el punto de vista del docente, la herramienta podría resultar útil para preparar material sobre cuentos o temáticas concretas, planificar y anticipar salidas fuera del centro y organizar la agenda diaria. Desde el punto de vista de los alumnos, se podría usar la herramienta en aquellos casos en los que se está trabajando la lecto-escritura. Por ejemplo, los alumnos podrían usarla para contar lo que han hecho el fin de semana, expresar recados, transmitir estados de ánimo, etc. Los expertos comentaron que para que la mayoría de sus alumnos pudieran usar la herramienta de esta manera sería necesaria una preparación previa por parte del docente del vocabulario a utilizar.

Entre los beneficios que se podrían obtener con el uso de la aplicación, los expertos valoraron que se podrían fomentar habilidades de sus alumnos tales como la secuenciación de acciones/hechos, la planificación de eventos, la anticipación, y la comprensión. Desde el punto de vista del docente, los expertos consideraron que la posibilidad de traducir textos y la flexibilidad a la hora de elegir y colocar los pictogramas en el editor podrían reducir significativamente el tiempo empleado a la hora de elaborar materiales.

Además, durante las pruebas de la aplicación se identificaron posibles mejoras a realizar. Por ejemplo, sería muy útil para los usuarios poder cargar pictogramas o imágenes propias para su posterior uso en los materiales, ya que ayudaría a los alumnos a identificar actividades o personas concretas. También podría ayudar tener un registro de usuarios por perfiles que permitiera guardar el material, las frases y las búsquedas realizadas. Finalmente, en los casos en los que una palabra no se encuentra en ARASAAC durante la traducción, podría ser útil buscar en la base de datos de pictogramas sus sinónimos o hiperónimos.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado la herramienta PICTAR, que tiene como objetivo el facilitar el trabajo con pictogramas en el ámbito educativo, desde tareas como la edición de materiales por

⁸<https://spacy.io/>

⁹<https://restfulapi.net/introduction-to-json/>

parte de los docentes, como su uso por parte de los alumnos en las actividades dentro del aula cuando sea posible. PICTAR se ha implementado como una aplicación web, lo que facilita su acceso a los usuarios finales desde cualquier tipo de dispositivo, e incluye funcionalidades de trabajo con pictogramas como son la búsqueda o la edición flexible del material final. Además, se ha incluido un traductor de texto a pictogramas que gracias al uso de técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural realiza traducciones más correctas que otras herramientas de este tipo.

En el marco del proyecto la aplicación está siendo usada en los distintos centros para poder ser validada por los usuarios finales. Con este uso en el aula podremos evaluar la aplicación con usuarios finales en sesiones concretas de trabajo con objetivos marcados específicamente para ellos.

ACKNOWLEDGMENTS

This research is supported by the IDiLyCo project (TIN2015-66655-R) funded by the Spanish Ministry of Economy, Industry and Competitiveness.

REFERENCIAS

- [1] S. Baldassarri, P. Peña, E. Cerezo, and J. Marco. 2014. Estado del Arte en Sistemas de Comunicación Alternativa y Aumentativa. AUTI: Aplicaciones y Usabilidad de Televisión Digital Interactiva..
- [2] S. Baldassarri, J. M. Rubio, M. G. Azpiroz, and E. Cerezo. 2014. AraBoard: A Multiplatform Alternative and Augmentative Communication Tool. *Procedia Computer Science* 27 (2014), 197–206.
- [3] S. Bautista, R. Hervás, A. Hernández-Gil, C. Martínez-Díaz, S. Pascua, and P. Gervás. 2017. AraTraductor: Text to Pictogram Translation using Natural Language Processing Techniques. In *Proceedings of the 18th International Conference of the Spanish Human Computer Interaction Association (Interacción 2017)*.
- [4] L. Sevens, V. Vandeghinste, I. Schuurman, and F. Van Eynde. 2015. Extending a Dutch Text-to-Pictograph Converter to English and Spanish. In *Proceedings of SLPAT 2015: 6th Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies*. Dresden, Germany, 110–117.
- [5] V. Vandeghinste, I. Schuurman, L. Sevens, and F. Van Eynde. 2015. Translating Text into Pictographs. *Natural Language Engineering* (2015), 1–28.

Bibliografía

*Y así, del mucho leer y del poco dormir,
se le secó el cerebro de manera que vino
a perder el juicio.*
Miguel de Cervantes Saavedra

- ALONSO, A. H.-G., DÍAZ, C. M. y GARCÍA, S. P. Conversor de texto a pictogramas. 2013.
- ARASUITE. Araword. Disponible en <http://arasuite.proyectotico.es/index.php?title=AraWord>.
- ARTIGAS-PALLARÈS, J. y PAULA, I. El autismo 70 años después de Leo Kanner y Hans Asperger. *Rev. Asoc. Esp. Neuropsiq*, páginas 567–587, 2012.
- AUGÉ, C. y ESCOIN, J. *Tecnologías de ayuda y sistemas aumentativos de comunicación en personas con discapacidad motora*, capítulo 7. Nau Llibres, 2003.
- AUTISMAG. Types of autism. Disponible en <https://www.dealwithautism.com/types-of-autism/>.
- BELLOCH, C. Las TICs en Logopedia: Audición y Lenguaje. Disponible en <https://www.uv.es/bellochc/logopedia/NRTLogo8.wiki?8>.
- BUCHHOLZ, S. y MARSÍ, E. CoNLL-X shared task on Multilingual Dependency Parsing. *Proceedings of the 10th Conference on Computational Natural Language Learning*, 2006.
- BÖLTE, S., FEINEIS-MATTHEWS, S., LEBER, S., DIERKS, T., HUBL, D. y POUSTKA, F. The development and evaluation of a computer-based program to test and to teach the recognition of facial affect. 2002.
- CENTRO ARAGONÉS DE RECURSOS PARA LA EDUCACIÓN INCLUSIVA. Arasaac. Disponible en <http://carei.es/descipcion-arasaac/>.

- CONFEDERACIÓN AUTISMO ESPAÑA. Trastorno del espectro del autismo. Disponible en <http://www.autismo.org.es/sobre-los-TEA/trastorno-del-espectro-del-autismo>.
- CORTA, L. J. Herramienta de apoyo a la navegación web para personas con discapacidad. 2018.
- D.MANNING, C., SURDEANU, M., BAUER, J., FINKEL, J., J.BETHARD, S. y MCCLOSKEY, D. The Stanford CoreNLP Natural Language Processing Toolkit. *Proceedings of 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, páginas 55–60, 2014.
- DOMÍNGUEZ, S. H. I.amable: la ciencia (química) al alcance de toda la sociedad. 2017. <http://eprints.ucm.es/43719/1/I.amAble%202016-17%20%28PIE%2073%29.pdf>.
- FABRA, U. P. IULA Resources. Corpus & Tools. IULA Spanish LSP Treebank. Disponible en http://www.iula.upf.edu/recurs01_tbk_uk.htm.
- FOUNDATION, T. A. S. Apache OpenNLP Developer Documentation. Disponible en <https://opennlp.apache.org/docs/1.8.4/manual/opennlp.html>.
- FOUNDATION, T. A. S. Apache Tomcat. Disponible en <http://tomcat.apache.org/>.
- FURFERO, D. jQuery UI Touch Punch - Touch Event Support for jQuery UI. Disponible en <http://touchpunch.furf.com/>.
- GANZ, J. B., EARLES-VOLLRATH, T. L., A. K., HEATH, PARKER, R., R., J., M. y DURAN, J. A Meta-Analysis of Single Case Research Studies on Aided Augmentative and Alternative Communication Systems with Individuals with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, páginas 60–74, 2012.
- GONZÁLEZ, M., SOSA, H. y MARTÍN, A. Sistemas de comunicación no verbales. *Revista de Informes Científicos y Técnicos de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral*, 2014.
- GONZÁLEZ, M. P., LORÉS, J. y PASCUAL, A. Evaluación heurística. 2001.
- GRANDIN, T. *El autismo y el pensamiento visual: su influencia en mi trabajo profesional*, capítulo 1. Vintage Press, 1995.
- HALL, J., NILSSON, J. y NIVRE, J. Maltparser. Disponible en <http://www.maltparser.org/>.
- HETZRONI, O. E. y TANNOUS, J. Effects of a Computer-Based Intervention Program on the Communicative Functions of Children with Autism. 2004.

- HONNIBAL, MATTHEW, JOHNSON y MARK. An Improved Non-monotonic Transition System for Dependency Parsing. 2015. <https://aclweb.org/anthology/D/D15/D15-1162>.
- JOAQUINA DE DIOS, DOMINGUEZ, S. y ESCRIBANO, L. Proyecto de Estructuración Ambiental en el aula de Niños/as con Autismo . 1990. <http://colegiocepri.com/files/documents/PEANA.pdf>.
- JOHNSON, M. What is boardmaker? Disponible en <https://mayer-johnson.com/pages/what-is-boardmaker>.
- MARTÍNEZ, J. L., PAGÁN, F. J. B., GARCÍA, S. A. y MÁIQUEZ, M. C. C. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA). *Revista Fuentes*, páginas 193–208, 2013.
- MDN. Blob - Web API reference | MDN. Disponible en <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/Blob>.
- MILLAR, D. C., LIGHT, J. C. y SCHLOSSER, R. W. The Impact of Augmentative and Alternative Communication Intervention on the Speech Production of Individuals With Developmental Disabilities: A Research Review. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 2006.
- MILLER, G. A. WordNet: A Lexical Database for English. 1995.
- NIVRE, J., DE MARNEFFE, M. C., FILIP GINTER, Y. G., HAJIC, J., D.MANNING, C., McDONALD, R., PETROV, S., PYYSALO, S., SILVEIRA, N., TSARFATY, R. y ZEMAN, D. Universal Dependencies v1: A Multilingual Treebank Collection. *The International Conference on Language Resources and Evaluation*, 2016.
- NOTHMAN, J., RINGLAND, N., RADFORD, W., MURPHY, T. y CURRAN, J. R. Learning multilingual named entity recognition from wikipedia. 2012.
- ORACLE. MySQL. Disponible en <https://www.mysql.com/>.
- PADRÓ, L. y STANILOVSKY, E. FreeLing 3.0: Towards Wider Multilinguality. *The International Conference on Language Resources and Evaluation*, 2012.
- PICTOAPLICACIONES. Pictotraductor. Disponible en <https://pictoaplicaciones.com/blog/pictotraductor/>.
- PILUCA. ¿Qué es el proyecto PEANA? Disponible en <http://www.elpupitredepilu.com/2015/06/29/que-es-el-proyecto-peana/>.

- RECASENS, M. y MARTÍ, M. A. Ancora-co: Coreferentially annotated corpora for spanish and catalan. 2010.
- RESTFULAPI. REST API Tutorial. Disponible en <https://restfulapi.net/>.
- RHBNEUROMAD. SPCcolores. Disponible en <https://rhbneuromad.wordpress.com/tag/logopedia-2/>.
- RODRÍGUEZ, O. Los sistemas alternativos y aumentativos de comunicación (SAACs). Disponible en <http://masquemayores.com/magazine/los-sistemas-alternativos-y-aumentativos-de-comunicacion-saacs/>.
- SAMUEL L. ODOM, HORNER, R. H., SNELL, M. E. y BLACHER, J. *Handbook of Developmental Disabilities*. The Guilford Press, 2007.
- SANTORINI, B. Part-of-Speech Tagging Guidelines for the Penn Treebank Project. 1990. https://repository.upenn.edu/cis_reports/570/.
- SEMANTIC COMPACTION SYSTEMS. Minspeak: AAC information for users, families & caregivers teachers & therapists. Disponible en <http://www.minspeak.com/>.
- THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION. Maven. Disponible en <https://maven.apache.org/>.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA. Introducción a las etiquetas Eagles. Disponible en <http://www.lsi.upc.es/~nlp/tools/parole-sp.html>.
- VENTOSO, M. R. Pictogramas: una alternativa para comprender el mundo. página 5, 2014. <http://aetapi.org/download/pictogramas-una-alternativa-para-comprender-el-mundo/?wpdmdl=1386>.
- WIKIPEDIA. JAX-RS: Java API for RESTful Web Services. Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/JAX-RS>.
- WIKIPEDIA. Lematización. Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Lematizaci%C3%B3n>.
- WIKIPEDIA. Pictograma. Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Pictograma>.
- WIKIPEDIA. Representational State Transfer. Disponible en https://en.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer.