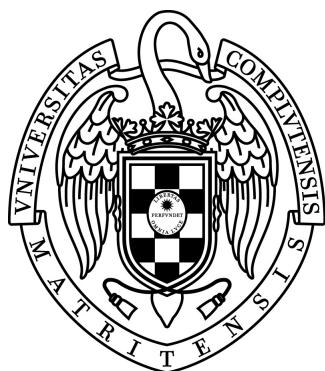

PictUp!: Un editor web de material pictográfico



**Trabajo de Fin de Grado
Curso 2020–2021**

Autores
Alfonso Tercero López
Jorge García Cerros

Directores
Raquel Hervás Ballesteros
Gonzalo Méndez Pozo

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

PictUp!: Un editor web de material pictográfico

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

Autores
Alfonso Tercero López
Jorge García Cerros

Directores
Raquel Hervás Ballesteros
Gonzalo Méndez Pozo

Convocatoria: Junio 2021
Calificación:

Grado en Ingeniería Informática
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid

11 de junio de 2021

Dedicatoria

A mis padres Alfonso y Milagros, sin vosotros no habría llegado a donde estoy.

A mis abuelos por apoyarme desde siempre.

A todos los amigos que he conocido durante estos maravillosos años.

Gracias a todos por estar ahí.

- *Alfonso*

Se lo dedico a mis padres, mi hermano y mis amigos. Todos ellos me han acompañado en los momentos más difíciles y me han dado fuerzas para seguir adelante.

- *Jorge*

Agradecimientos

Queremos agradecer a nuestros tutores del proyecto Raquel y Gonzalo, por todo el apoyo y dedicación que habéis puesto en el proyecto. No olvidaremos esas reuniones llenas de buenas ideas, dedicación y palabras de ánimo. No habríamos llegado tan lejos sin vuestro apoyo. Gracias por todo.

También agradecer a Kalpi, por su implicación en la evaluación y hacernos ver que el trabajo había valido la pena.

Agradecer a todos los que compartieron y realizaron la encuesta, por su paciencia y empeño de crear una aplicación mejor.

Resumen

Las personas con dificultades de comunicación, ya sea por discapacidad cognitiva o física, requieren de ayudas externas para facilitar la comunicación con su entorno. La manera más común que facilita la comunicación a estos colectivos es mediante pictogramas. Estos son utilizados principalmente en tableros de comunicación, aunque también se puede crear una gran variedad de material pictográfico, como agendas, calendarios o normas.

Con los avances tecnológicos de las últimas décadas surgieron multitud de herramientas que permiten crear materiales pictográficos para estas personas, pero muchas de estas herramientas suelen estar limitadas a un formato concreto de material o no ofrecen muchas posibilidades de personalización. Por ello, surge la necesidad de una aplicación que integre las opciones más utilizadas y demandadas por los usuarios.

El objetivo de este trabajo es el de desarrollar una aplicación web, llamada PictUp!, que facilite a profesores, padres y tutores crear material pictográfico de manera rápida y sencilla. La aplicación está planteada como aplicación web para alcanzar al mayor número de usuarios posible. PictUp! consta de un tablero cuadriculado que permite a los usuarios desplazar sobre él los distintos elementos disponibles con precisión, para colocarlos según su conveniencia. Además, se incluye un amplio conjunto de herramientas para trabajar con pictogramas y otros elementos, como fotos, texto e iconos.

Una vez desarrollada la aplicación, se realizó una evaluación asíncrona con un grupo de usuarios compuesto tanto por personas que crean y utilizan material pictográfico como por otras ajena al tema. Tras un análisis de las respuestas obtenidas en el cuestionario, se pudo concluir que la aplicación es fácil de usar, además de ser de gran utilidad para los usuarios.

Palabras clave

Pictogramas, Aplicación Web, Accesibilidad, Tablero de comunicación, Material pictográfico, Discapacidad cognitiva.

Abstract

People with communication difficulties, whether due to cognitive or physical disability, need external aids to facilitate communication with their environment. The most common way to facilitate communication for these groups is the use of pictograms. These are mainly used on communication boards, although a wide variety of pictographic material can also be created, such as diaries, calendars or rulers.

With the technological advances of the last decades, a multitude of tools have emerged that allow the creation of pictographic material, but many of these tools are often limited to a specific format or do not offer many possibilities for customisation. Therefore, there is a need for an application that integrates the options most used and demanded by users.

The aim of this work is to develop a web application, called PictUp!, which allows teachers, parents and tutors to create pictographic material quickly and easily. The application is designed as a web application to reach as many users as possible. PictUp! consists of a grid board that allows users to place and precisely move the different elements of the grid at their convenience. In addition, it is included an extensive set of tools for working with pictograms and other elements, such as photos, text and icons.

Once the application was developed, an asynchronous evaluation was carried out with a user group consisting of both people who create and use pictographic material and people who are not involved in the pictographic field. After an analysis of the answers obtained in the questionnaire, it could be concluded that the application is easy to use and useful for the users.

Keywords

Pictograms, Web application, Accessibility, Communication board, Pictographic material, Cognitive disability.

Índice

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estructura de la memoria	2
1. Introduction	5
1.1. Motivation	5
1.2. Objectives	6
1.3. Document structure	6
2. Estado de la Cuestión	9
2.1. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación	9
2.2. Pictogramas	10
2.2.1. Sistema Pictográfico de Comunicación - SPC	10
2.2.2. Blissymbolics	11
2.2.3. Sclera	11
2.2.4. Mulberry Symbols	13
2.2.5. Minspeak	13
2.2.6. ARASAAC	14
2.3. Aplicaciones basadas en pictogramas	16
2.3.1. Pictoselector	18
2.3.2. Editor ARASAAC	19
2.3.3. Piktoplus	20
2.3.4. Pictar	22
2.3.5. PicTableros	24
2.3.6. Symbo Talk	24
2.3.7. LetMe Talk	26
2.3.8. Jocomunico	27
2.4. Comparativa de las herramientas analizadas	28
3. Tecnologías	31
3.1. Introducción	31

3.2.	API Arasaac	31
3.2.1.	Prototipo API ARASAAC	32
3.3.	React	33
3.3.1.	Drag and Drop	33
3.3.2.	Prototipos	34
3.4.	JSZip	34
3.5.	Progressive Web Application	34
4.	Requisitos y diseño	37
4.1.	Introducción	37
4.2.	Diseño de la aplicación	38
4.2.1.	Prototipo realizado por Alfonso	38
4.2.2.	Prototipo realizado por Jorge	42
4.3.	Requisitos de la aplicación	46
4.3.1.	Herramientas	47
4.3.2.	Elementos	47
4.4.	Reglas de diseño	49
5.	PictUp! Arquitectura e implementación	51
5.1.	Introducción	51
5.2.	Arquitectura	51
5.2.1.	Arquitectura interna	51
5.2.2.	Arquitectura externa	52
5.2.3.	Cuadrícula	53
5.3.	Buscador de pictogramas	55
5.3.1.	Búsqueda	56
5.3.2.	Preajuste	57
5.3.3.	Historial de pictos	58
5.3.4.	PictoItem	59
5.3.5.	Reglas de diseño de usabilidad	61
5.4.	Traducir frase a pictogramas	61
5.4.1.	FraseItem	63
5.4.2.	Reglas de diseño de usabilidad	64
5.5.	Añadir imagen al tablero	64
5.5.1.	PhotoItem	66
5.5.2.	Reglas de diseño de usabilidad	66
5.6.	Listas de pictogramas	67
5.6.1.	Añadir y crear a una lista	67
5.6.2.	Gestión de listas de pictogramas	68
5.6.3.	Reglas de diseño de usabilidad	69
5.7.	Texto	70
5.7.1.	TextoItem	70
5.7.2.	Reglas de diseño de usabilidad	71
5.8.	Iconos	72
5.8.1.	IconoItem	73
5.8.2.	Reglas de diseño de usabilidad	73

5.9. Descargar Tablero	74
5.10. Funcionalidades no implementadas	74
5.10.1. Traducción de frase	74
5.10.2. Backend	75
5.10.3. Añadir imagen	76
5.10.4. Subtableros y cajón de pictogramas	77
5.11. Despliegue de la aplicación	77
5.12. Control de versiones y organización del desarrollo de PictUp!	78
6. Evaluación	79
6.1. Preparación de la evaluación	79
6.2. Diseño de la evaluación	80
6.3. Resultados de la evaluación	82
6.3.1. Resultados del cuestionario ASQ	82
6.3.2. Resultados del cuestionario SUS	87
6.3.3. Observaciones de los usuarios	87
6.4. Evaluación adicional	89
6.5. Análisis de los resultados	90
7. Conclusiones y Trabajo Futuro	93
7.1. Conclusiones	93
7.2. Trabajo futuro	94
7. Conclusions and Future Work	95
8. Aportaciones individuales al proyecto	97
8.1. Alfonso Tercero López	97
8.2. Jorge García Cerros	98
A. Título	101
Bibliografía	103

Índice de figuras

1.1.	Tablero pictográfico en el que el usuario señala lo que quiere comunicar.	2
1.1.	Pictographic board on which the user indicates what to communicate.	6
2.1.	Ejemplo de categorías en SPC.	11
2.2.	Ejemplo de Bliss-Characters	12
2.3.	Ejemplo de Bliss-Words	12
2.4.	Ejemplo de acciones en Sclera.	12
2.5.	Ejemplo de pictogramas de Mulberry.	13
2.6.	Ejemplo de Minspeak.	14
2.7.	ChatBox	14
2.8.	Opciones de configuración de un pictograma.	15
2.9.	Nuevos pictogramas creados debido a la situación actual de pandemia.	16
2.10.	Ejemplo de pictogramas más típicos de <i>ARASAAC</i> .	16
2.11.	Ejemplo de tablero para pictogramas en papel.	17
2.12.	Uso de tablero ETRAN.	17
2.13.	Ventana donde se edita el tamaño de la cuadrícula en el programa Pictoselector.	18
2.14.	Barra de inserción de pictogramas.	18
2.15.	Buscador y editor de Pictogramas.	19
2.16.	Ejemplo con el generador de frases.	20
2.17.	Ejemplo con el generador de horarios.	20
2.18.	Ejemplo con el generador de calendarios.	20
2.19.	Ejemplo con el generador de juegos.	21
2.20.	Pictoplus tablero	21
2.21.	Subtablero Piktoplus	22
2.22.	Funcionalidad en la aplicación Pictar de traducir frase.	23
2.23.	Funcionalidad en la aplicación Pictar de buscador.	23
2.24.	Funcionalidad en la aplicación Pictar de editor.	24
2.25.	Menú de Pictableros para utilizar una plantilla pública.	25
2.26.	Ejemplo de creación de un tablero con un campo de texto y pictogramas.	25

2.27. Pantalla principal de la aplicación Symbo Talk.	26
2.28. Menú de la aplicación en Android de LetMe Talk.	27
2.29. Pantalla principal de la aplicación Jocomunico.	28
 3.1. Comparación de los resultados con ambas búsquedas	32
3.2. Ejemplo de cómo se puede modificar el color de pelo y tono de piel de un pictograma, entre otras opciones, en este caso desde la web de ARASAAC.	33
 4.1. Boceto de pantalla inicial	38
4.2. Boceto pantalla de plantillas	39
4.3. Boceto pantalla de edición de tableros	39
4.4. Boceto de las componentes canjón de picto y espacio picto.	40
4.5. Boceto de actividad con cajón de pictos y hueco picto	41
4.6. Boceto de las piezas que enlazan dos pictogramas al compartir la misma figura	41
4.7. Boceto de una escena de un cuento, con pictogramas en la zona inferior y botones en los laterales para pasar o retroceder la escena o tablero	42
4.8. Boceto del compositor de actividades	42
4.9. Pantalla de inicio con botones que muestran las otras pantallas de la aplicación.	43
4.10. Pantalla de configuración de tablero.	44
4.11. Pantalla de configuración de normas.	45
4.12. Pantalla de configuración de juego.	45
4.13. Pantalla de juego en ejecución.	46
 5.1. Vista inicial de PictUp!	53
5.2. Ejemplos de Ítems	53
5.3. Diagrama de los componentes de la aplicación.	54
5.4. Ejemplo de botones de redimensión y desplazamiento.	55
5.5. Vista del componente de búsqueda de pictogramas	56
5.6. Vista del modal del preajuste de pictos con las opciones color de pelo rubio y piel morena marcadas.	58
5.7. Ejemplos de tipos de distintas combinaciones de preajuste	59
5.8. Vista de un PictoItem en la cuadrícula con preajuste de pelo y piel.	60
5.9. Vista de la interfaz del modal que muestra una edición de pictogramas con más opciones. En este caso, se ha seleccionado el tiempo futuro y el borde verde.	60
5.10. Interfaz inicial Traducción frase a pictograma.	62
5.11. Resultado de la traducción de una frase	62
5.12. Vista de FraseItem en la cuadrícula	63
5.13. Vista del modal de edición del FraseItem	63
5.14. FraseItem tras aplicar los cambios	64
5.15. Interfaz inicial al añadir una imagen al tablero	65
5.16. Vista de la Interfaz al cargar una imagen	65
5.17. Ejemplod de PhotoItem con y sin texto	66

5.18. Ejemplo de PhotoItemn si no se mantuviera la proporción según el tamaño de la imagen	67
5.19. Vistas del modal con ninguna lista y al menos una, respectivamente	68
5.20. Alerta tras añadir satisfactoriamente un pictograma a la lista	68
5.21. Alerta de acción no permitida	68
5.22. Vista de las listas de pictogramas	69
5.23. Vista de la selección de fuente y campo de texto	70
5.24. Representación del TextoItem en la cuadrícula	71
5.25. Vista del modal para editar un TextoItem	71
5.26. Vista de los botones que añaden iconos	72
5.27. Ejemplo de uso de iconos sobre algunos pictogramas	72
5.28. Vista del modal de edición de iconos.	73
5.29. Vista del modal para descargar tablero	74
5.30. Diagrama de conexiones entre aplicaciones para traducir una frase . .	76
5.31. Esquema de instalación y uso de PWA.	78
6.1. Ejemplo de pista en el formulario: Buscar un pictograma.	80

Índice de tablas

2.1. Tabla comparativa entre los distintos editores de tableros basados en pictogramas	28
6.1. Tabla de los resultados de la Tarea 1	83
6.2. Tabla de los resultados de la Tarea 2	84
6.3. Tabla de los resultados de la Tarea 3	85
6.4. Tabla de los resultados de la Tarea 4	86
6.5. Tabla de los resultados del cuestionario SUS.	88

Introducción

“La inteligencia es la habilidad de adaptarse a los cambios”
— Stephen Hawking

1.1. Motivación

Los seres humanos siempre hemos tenido la necesidad inherente de comunicarnos. La población con dificultades en el lenguaje oral no debe quedar excluida de este derecho, como es el caso de las personas con trastornos del espectro autista, parálisis cerebral, esclerosis múltiple o parkinson, entre otros.

Para facilitar la comunicación de estos colectivos, se utilizan medios de comunicación alternativos al lenguaje oral como es el caso de los sistemas pictográficos. La manera más común de utilizar este sistema es mediante tableros de comunicación. Estos tableros son superficies compuestas por una selección de pictogramas, los cuales son imágenes o símbolos que representan una idea o concepto y que permiten al usuario con dificultades de comunicación formar mensajes. Un ejemplo de tablero es el que vemos en la Figura 1.1 con el cual el usuario puede señalar un pictograma con el dedo para indicar un objeto u acción. Aparte de los tableros, los pictogramas pueden ser utilizados de otras muchas maneras, como calendarios, agendas, listas de normas, etc.

Los tableros de comunicación a menudo son creados por profesores, padres o tutores para que sean utilizados por una persona con dificultades en el lenguaje. Tradicionalmente se hacían recortando y pegando los pictogramas sobre una cartulina, pero con el tiempo se implementaron soluciones tecnológicas enfocadas a facilitar esta tarea.

Existen multitud de aplicaciones que permiten crear material basado en pictogramas, pero generalmente están limitadas a un formato concreto y ofrecen poca libertad al usuario para crear material. Además cada una de estas aplicaciones cuentan con opciones y facilidades diferentes, como traducir una frase a pictogramas, un tablero donde se puedan colocar los pictogramas donde se deseé, añadir figuras al tablero, etc. Pero no existe ninguna aplicación que englobe todas estas opciones.

Es por ello que la finalidad de este trabajo es la de crear una aplicación web que permita crear material pictográfico de manera rápida y sencilla, ofreciendo la mayor



Figura 1.1: Tablero pictográfico en el que el usuario señala lo que quiere comunicar.

libertad posible al usuario, e integrando las opciones más utilizadas y demandadas por los usuarios en una única herramienta.

1.2. Objetivos

El objetivo del trabajo es desarrollar una aplicación web que permita crear material pictográfico reuniendo las funcionalidades más utilizadas y demandadas por los usuarios. La aplicación debe contar con un tablero que permita desplazar los pictogramas y otros elementos complementarios con precisión.

Para ello, se investigarán las distintas aplicaciones existentes y cuáles son las funcionalidades más reclamadas por los usuarios. También se investigarán y ampliarán conocimientos sobre distintas tecnologías web actuales.

Otro objetivo es la de crear una interfaz sencilla e intuitiva para el usuario que pueda ser utilizada en el mayor número de dispositivos posible. Para contrastar los objetivos del trabajo, se realizará una evaluación donde se compruebe la facilidad de uso de la aplicación.

1.3. Estructura de la memoria

La estructura para memoria se encuentra dividida en ocho capítulos cuyo contenido se explicará brevemente a continuación:

- En el capítulo uno, en español y en inglés expondrá el contexto bajo el cual se ha realizado el trabajo junto a la motivación y objetivos para realizarlo.
- En el capítulo dos se explicará qué es un pictograma y los distintos sistemas de comunicación basados en ellos. Además se analizarán las distintas

herramientas relacionadas con pictogramas haciendo énfasis en la edición de tableros.

- En el capítulo tres se presentarán las tecnologías utilizadas para el desarrollo de la aplicación.
- En el capítulo cuatro se especificarán los requisitos y explicarán los prototipos creados.
- En el capítulo cinco se explicará en detalle la arquitectura e implementación de la aplicación.
- El capítulo seis mostrará el diseño, resultado y análisis de la evaluación realizada por los usuarios.
- En el capítulo siete, en español y en inglés se presentarán las conclusiones finales y se especificará el trabajo futuro a realizar.
- En el capítulo ocho se detallarán las tareas realizadas por los dos integrantes del proyecto.

Chapter 1

Introduction

“Intelligence is the ability to adapt to change.”
— Stephen Hawking

1.1. Motivation

Human beings have always had an inherent need to communicate. People with speech and language difficulties should not be excluded from this right, as is the case for people with autism spectrum disorders, cerebral paralysis, multiple sclerosis or Parkinson's disease, among others.

Human beings have always had an inherent need to communicate. People with speech and language difficulties should not be excluded from this right, as is the case for people with autism spectrum disorders, cerebral paralysis, multiple sclerosis or Parkinson's disease, among others.

In order to facilitate communication for these groups, alternative communication systems to oral language are used., such as pictographic systems, are used as an alternative to oral language.

The most common way of using them is by communication boards. These boards are surfaces with a selection of pictograms, which are images or symbols that represent an idea or concept and allow the user with communication difficulties to form messages. An example of a board is the one shown in Figure 1.1 with which the user can point to a pictogram with the finger to indicate an object or action. Apart from boards, pictograms can be used in many other ways, such as calendars, diaries, lists of rules, etc.

Communication boards are often created by teachers, parents or tutors to be used by a person with language difficulties. Traditionally they were made by cutting out and pasting pictograms on cardboard, but over time technological solutions have been implemented to facilitate this task.

There are a multitude of applications that allow the creation of material based on pictograms, but they are generally limited to a specific format and offer little freedom to the user to create material. In addition, each of these applications has different options or facilities, such as translating a sentence into pictograms, a board where pictograms can be placed wherever you want, adding figures to the



Figure 1.1: Pictographic board on which the user indicates what to communicate.

board, etc. But there is no single application that combines all these options. The purpose of this work is to create a web application that allows creating pictographic material quickly and easily, offering the greatest possible freedom to the user, and integrating the options most used and demanded by users in a single tool.

1.2. Objectives

The aim of the work is to develop a web application that allows the creation of pictographic material by bringing together the functionalities most used and demanded by users. The application must have a board that allows to move with precision pictograms and other complementary elements.

For this purpose, the different existing applications will be investigated as well as the functionalities most demanded by users. Research will also be carried out into different web technologies.

Another objective is to create a simple and intuitive user interface that can be used in as many devices as possible. In order to verify the objectives of the work, an evaluation will be carried out to check the user-friendliness of the application.

1.3. Document structure

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

- In chapter one, written in English and Spanish, it will set out the context in which the work has been carried out, also the motivation and objectives for doing so.
- Chapter two will explain briefly what a pictogram is and the different commu-

nication systems based on pictograms. In addition, the different tools related to pictograms will be discussed with an emphasis on editing communication boards.

- Chapter three will present the technologies used for the development of the application.
- Chapter four will specify the requirements and explain the created prototypes.
- Chapter five will detail the architecture and implementation of the application.
- Chapter six will show the design, results and analysis of the evaluation with users.
- Chapter seven, written in English and Spanish, presents the final conclusions and specifies future work.
- Chapter eight will detail the tasks carried out by the two project participants.

Capítulo 2

Estado de la Cuestión

Actualmente convivimos con multitud de personas, pero no todas cuentan con la misma facilidad para comunicarse, ya sea por discapacidad física, intelectual o sensorial. Para facilitar la comunicación de este colectivo, se utilizan otros sistemas alternativos que facilitan la comunicación.

2.1. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación

Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación¹ (*SAAC*) son sistemas de comunicación alternativos al lenguaje oral. Además son considerados aumentativos todos aquellos sistemas que complementan o aumentan el lenguaje oral cuando éste no basta para mantener una comunicación eficaz, y alternativos si reemplaza el lenguaje oral cuando este fuera incomprensible.

En función de la necesidad de uso de recursos comunicativos, pueden distinguirse dos tipos:

- **Sistemas sin ayuda:** permiten cambiar información entre personas sin utilizar ningún recurso externo para establecer una comunicación, únicamente usan su propio cuerpo. En los sistemas sin ayuda podemos observar dos tipos de grupos: los métodos gestuales como lengua de signos y los métodos oralistas como la lectura labiofacial, ambos utilizados por personas sordas.
- **Sistemas con ayuda:** las personas con dificultades de comunicación utilizan recursos externos para establecer una comunicación, las cuales permiten hacer preguntas, expresar sentimientos o realizar peticiones. Los recursos pueden ser símbolos, pictogramas o dibujos y pueden encontrarse en soportes analógicos, como cartulinas o tableros, o bien mediante soportes digitales, como aplicaciones para móvil.

¹<https://www.logopeda-madrid.es/tratamientos-logopedia/otros-sistemas-de-comunicacion.php>

En este trabajo nos enfocaremos en los sistemas con ayuda, concretamente en los pictogramas, comúnmente utilizados por personas con discapacidades intelectuales o físicas.

2.2. Pictogramas

Los pictogramas son imágenes o símbolos de rápida comprensión que expresan acciones, objetos, emociones, etc. Un conjunto de pictogramas en un cierto orden pueden representar una oración. Todos ellos deben cumplir las siguientes características²:

1. **Referencialidad:** relación del pictograma con el referente.
2. **Ítems gráficos:** imágenes que representen de manera sencilla aquello que se toma como modelo.
3. **Comprensión:** deben ser fácilmente entendibles independientemente de la formación, idioma o discapacidad.
4. **Legibilidad:** deben mantener una coherencia visual entre pictogramas.
5. **Sencillez:** mostrar únicamente los elementos relevantes sin elementos distractores o adornos insignificantes.

Existen numerosos sistemas pictográficos. A continuación hablaremos de algunos de los más relevantes.

2.2.1. Sistema Pictográfico de Comunicación - SPC

El Sistema Pictográfico de Comunicación³ (*SPC*) fue creado en 1981 por Roxana Mayer Johnson, con la intención de facilitar la comunicación a quienes tienen un nivel de lenguaje expresivo simple o vocabulario limitado. Gracias a la diferenciación por colores, facilita la comprensión de la estructura sintáctica. Actualmente cuenta con más de 3.000 iconos. Está organizado por seis colores según su función gramatical, como podemos ver en la Figura 2.1.

- **Personas** (Amarillo): representan a familiares y pronombres. Ejemplo: mamá, familia, yo, ellos.
- **Verbos** (Verde): representan acciones. Ejemplo: abrir, agarrar, comer, ir.
- **Descriptivos** (Azul): representan descripciones, adjetivos y adverbios. Ejemplo: bonito, triste, vacío, lleno.
- **Nombre** (Naranja): representan objetos u otros elementos que no aparecen en otra categoría. Ejemplo: gato, almohada o casa.
- **Miscelánea** (Blanco): representa números, letras y colores
- **Social** (Rosa): vocabulario relacionado con relaciones sociales. Ejemplo: buenos días, sí, gracias, no lo sé.

²http://aularagon.catedu.es/materialesaularagon2013/arasaac/ZIPs/Modulo_1/contenidos.html

³<https://www.uv.es/bellochc/logopedia/NRTLogo8.wiki?8>

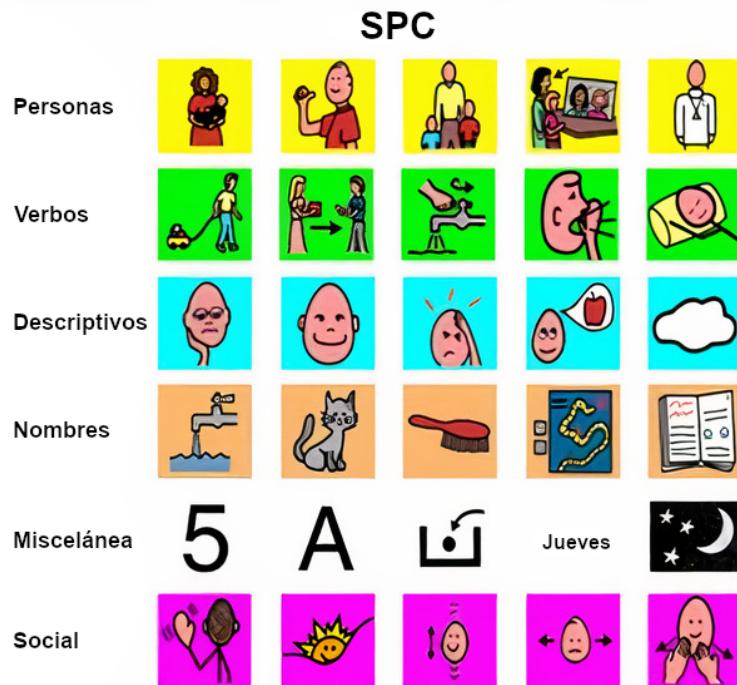


Figura 2.1: Ejemplo de categorías en SPC.

2.2.2. Blissymbolics

Byssimbolics⁴ es un sistema de comunicación que fue usado por primera vez en 1971 para facilitar la comunicación con niños que padecían alguna discapacidad. Actualmente está compuesto por más de 5.000 símbolos o *Bliss-Words*, los cuales a su vez están compuestos por uno o más Caracteres-Bliss o *Bliss-Characters*. A pesar de que los 150 *Bliss-Characters* que hay son sencillos de dibujar, requieren un periodo de aprendizaje para comprender su significado y así también el de las *Bliss-Words*. En la Figura 2.2 vemos algunos *Bliss-Characters* con su significado.

Una vez comprendidos los *Bliss-Characters*, en la Figura 2.3 vemos cómo se han combinado para generar *Bliss-Words*. Destacar que el orden, el tamaño o la posición de los los *Bliss-Characters* puede alterar su significado. Adicionalmente pueden estar agrupados usando los mismos colores vistos en SPC.

2.2.3. Sclera

La principal característica de Sclera⁵ frente a otros sistemas pictográficos es que sus pictogramas son menos coloridos, pero cuentan con pictogramas más avanzados en cuanto a las acciones representadas. Un ejemplo de ello se puede ver en la Figura

⁴<https://www.blissymbolics.org/index.php/about-blissymbolics>

⁵<https://www.sclera.be/en/picto/overview>

Persona	Sentimiento	Dar	Animal
⊥	♡	↑	⤒
Conocimiento	Edificio	Mucho de	Además
□	⌂	×	+

Figura 2.2: Ejemplo de Bliss-Characters.

Profesor	Mascota
⊥↑□	⤒♡
Amigo	Ciudad
⊥♡+!	××⌂

Figura 2.3: Ejemplo de Bliss-Words.

2.4 donde la acción de pedir atención se puede realizar de dos maneras posibles. Cuenta con un total de 11.497 pictogramas en español. En la actualidad el desarrollo de Sclera está paralizado desde 2015.



Figura 2.4: Ejemplo de acciones en Sclera.

2.2.4. Mulberry Symbols

Mulberry Symbols⁶ se creó con el propósito de ser un sistema pictográfico orientado a adultos, ya que un gran porcentaje de dichos sistemas estaban pensados principalmente para niños y dificultaban la comunicación por falta de pictogramas. Como se observa en la Figura 2.5 podemos ver ejemplos de pictogramas enfocados a adultos como cerveza o fumar.



Figura 2.5: Ejemplo de pictogramas de Mulberry.

Todos los pictogramas pueden descargarse gratuitamente desde su página web en formato ZIP, y las imágenes se encuentran en formato SVG o formato CSV donde están categorizados según su nombre y categoría. Los pictogramas de Mulberry cuentan con 118 categorías incluyendo sustantivos, pronombres y verbos sumando un total de 3.436 pictogramas. A diferencia de otros sistemas pictográficos, Mulberry sigue en activo añadiendo constantemente nuevos pictogramas.

Los pictogramas de Mulberry son utilizados por muchas aplicaciones como BoardBuilder⁷ (aplicación web para diseñar tableros de comunicación), Cboard⁸ (aplicación web de comunicación que usa pictogramas y conversión de texto a voz) o CommuniKate⁹ (página web que ofrece tableros diseñados en Powerpoint o Impress). Una de las últimas herramientas creadas que hace uso de los pictogramas de Mulberry es la diseñada por Eliada Pampoulou y Maria Constanta de la Universidad Tecnológica de Chipre la cual usa unas plantillas imprimibles en inglés¹⁰ o griego para ayudar a la comunicación de los pacientes con la COVID-19 que tienen dificultades para comunicarse.

2.2.5. Minspeak

Minspeak¹¹, es un sistema de comunicación alternativo creado por Bruce Baker en 1982. Difiere con los vistos anteriormente en que el significado de los iconos no

⁶<https://mulberrysymbols.org/>

⁷<https://globalsymbols.com/boardbuilder/boardsets>

⁸<https://www.cboard.io/>

⁹<http://communikate.equalitytime.co.uk/>

¹⁰https://mulberrysymbols.org/assets/COVID19/Covid-19_AAC-EN.pdf

¹¹<http://ares.cnice.mec.es/informes/18/contenidos/94.htm>

viene preestablecido sino que es acordado entre usuario y logopeda. Es por ello que cada ícono acordado tenga un significado distinto según la secuenciación de iconos. Por ejemplo, en el caso de la Figura 2.6 la asociación del ícono casa junto a la cama en un orden podría ser interpretado como dormitorio.

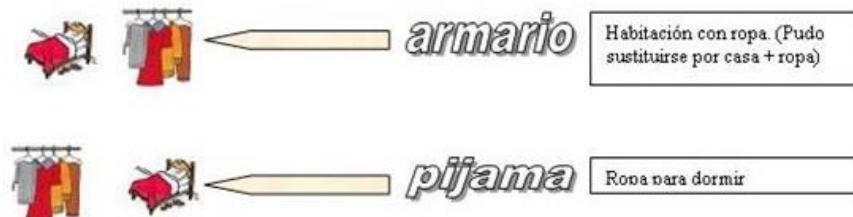


Figura 2.6: Ejemplo de Minspeak.

Como cada pictograma puede tener un significado distinto según su orden, se crearon Programas de Comunicación Minspeak (*PAM*). Éstos se usan para que cuando una casilla o ícono haya sido seleccionada, se activen los posibles iconos con los que pueda tener algún tipo de relación. Inicialmente se creó hardware específico (como aparece en la Figura 2.7) con 16 celdas las cuales podía generar hasta 1.024 mensajes, estos teclados evolucionaron con más celdas y combinaciones, hasta pasar a teclados digitales implementados por software como PortaVoz¹².



Figura 2.7: Panel de ChatBox

2.2.6. ARASAAC

El portal Aragonés de Comunicación Aumentativa y Alternativa¹³ (*ARASAAC*) surge en 2007 gracias a la colaboración entre el personal del CATEDU, el colegio público de educación Especial Alborada y del Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza. Su objetivo era la creación de un sistema pictográfico de libre distribución que ayudara en el ámbito de la comunicación a todas aquellas

¹²http://www.terapia-ocupacional.com/articulos/Portavoz_JMLedesma.shtml

¹³<http://www.arasaac.org/>

personas que lo necesitasen. Actualmente el portal de *ARASAAC* incluye fotografías, vídeos y cuenta con más de 3.9000 pictogramas tanto a color como en blanco y negro y con traducciones a 20 idiomas. También ofrece herramientas online con las que poder generar materiales como por ejemplo calendarios, tableros, creador de símbolos, etc.

A diferencia de otros sistemas pictográficos, *ARASAAC* permite una gran cantidad de opciones configurables como el color de fondo, el marco o el tiempo verbal. Estas opciones se pueden ver en la Figura 2.8 donde además de las opciones vistas, se puede modificar cambiar la posición del texto, la resolución o su posición¹⁴.

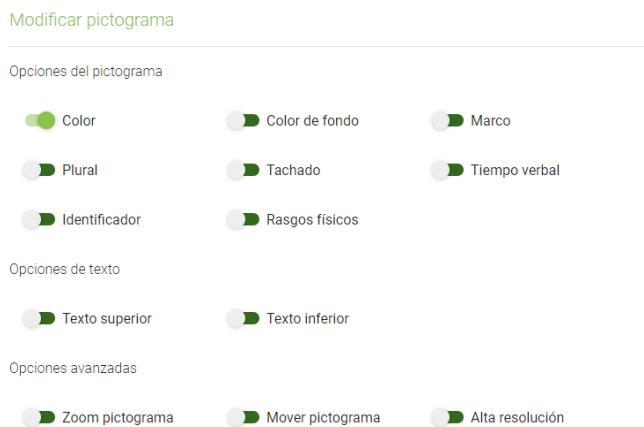


Figura 2.8: Opciones de configuración de un pictograma.

En la actualidad *ARASAAC* es uno de los sistemas pictográficos más utilizados a nivel de educación especial en España. Sus pictogramas se utilizan en colegios, universidades e incluso se han creado asociaciones para facilitar su implantación. CreaTea¹⁵ es una asociación en la Comunidad de Madrid cuyo objetivo es habilitar lugares como clínicas, restaurantes o ayuntamientos, para ayudar a la inclusión de personas con dificultades en la comunicación y concienciar a la sociedad.

También cabe destacar que *ARASAAC* ha recibido varios premios por su labor y que es una herramienta utilizada en varios países por lo que la cantidad de usuarios que colaboran es muy alta. Esto queda reflejado en la cantidad de pictogramas que se publican a la plataforma por parte de colaboradores sin ánimo de lucro y dichos pictogramas están constantemente actualizándose. Un ejemplo de ellos son los pictogramas que se han publicado debido a la pandemia como por ejemplo los que podemos ver en la Figura 2.9.

En la Figura 2.10 podemos ver algunos ejemplos de pictogramas de *ARASAAC* en situaciones o casos más cotidianos. Destacan la manera clara y concisa en la que están representados.

La licencia de *ARASAAC* es de tipo *Creative Commons (BY-NC-SA)*, por lo que se podrá utilizar el material elaborado por ellos de cara a la implementación del Trabajo Fin de Grado. Utilizaremos sus pictogramas publicados en su página

¹⁴<https://arasaac.org/pictograms/es/6009/hola>

¹⁵<https://www.ayudaleayudate.es/wp-content/uploads/2019/02/Dossier-Createa.pdf>



Figura 2.9: Nuevos pictogramas creados debido a la situación actual de pandemia.

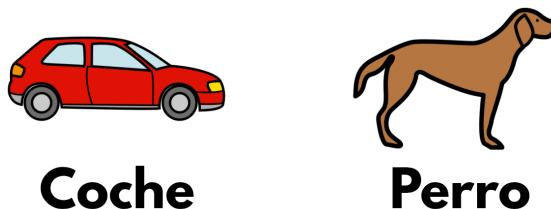


Figura 2.10: Ejemplo de pictogramas más típicos de *ARASAAC*.

web y la API que han desarrollado para acceder a pictogramas de su base de datos.

2.3. Aplicaciones basadas en pictogramas

Ya hemos visto multitud de sistemas pictográficos. Pero para trabajar con ellos es necesario que sean fáciles de acceder, pues lo normal encontrar cientos de pictogramas en cada sistema pictográfico. La solución a este problema, son los tableros pictográficos. Los tableros son un área en la que se pueden colocar pictogramas, fotografías o palabras que la persona indicará para comunicarse. Pueden tener distintas funciones, como por ejemplo hacer un horario, normas, o elegir entre distintas opciones mediante pictogramas. A menudo estos tableros se realizan mediante piezas de papel recortadas, como podemos ver en la Figura 2.11.

Estos tableros¹⁶ no tienen por qué limitarse a un espacio rectangular, sino que se pueden usar de maneras más creativas dependiendo de las discapacidades de la persona que lo use. Por ejemplo los *ETRAN*¹⁷ (“Eye-Transfer”) son usados por gente

¹⁶<http://burbujadelenguaje.blogspot.com/2016/05/tablero-de-comunicacion-tea.html>

¹⁷<http://psicosociosanitario.blogspot.com/2016/05/tableros-de->



Figura 2.11: Ejemplo de tablero para pictogramas en papel.

con baja movilidad y que apuntan al pictograma con la mirada, de manera que otra persona está al otro lado del *ETRAN* para ver qué pictograma está mirando como podemos ver en la Figura 2.12. Otro ejemplo son los cuadernos de comunicación, que como su nombre indica son un conjunto de hojas o tableros con símbolos básicos.



Figura 2.12: Uso de tablero ETRAN.

Como trabajar con piezas de papel puede resultar engorroso y a menudo poco eficiente, los tableros pictográficos han sufrido una evolución natural al medio digital, y con ello ha aparecido gran cantidad de software de edición de tableros pictográficos. Gracias a ello, las personas que usan estos nuevos sistemas ahorran

mucho tiempo, como buscar pictogramas rápidamente, alinearlos perfectamente, editarlos o incluso poder compartir los tableros.

Para crear y editar tableros se han creado multitud de aplicaciones. A continuación estudiaremos algunas de sus características.

2.3.1. Pictoselector

Pictoselector¹⁸ una herramienta gratuita para crear agendas visuales. Recopila más de 28.000 pictogramas provenientes de *Sclera*, *Mulberry*, *ARASAAC*, etc. Al crear un proyecto, permite cargar una plantilla o crear una desde cero. Se puede modificar el número de filas y columnas, la posición del texto y el tamaño del borde de los pictogramas como podemos ver en la Figura 2.13 .

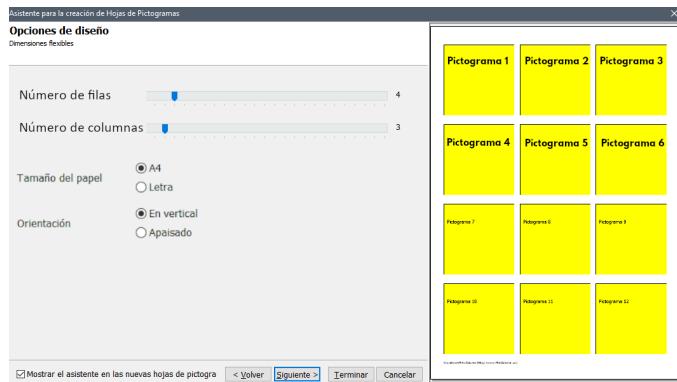


Figura 2.13: Ventana donde se edita el tamaño de la cuadrícula en el programa Pictoselector.

Una vez creado el tablero, podemos insertar en su cuadrícula distintos elementos, muchos de ellos en forma de pictograma. Para facilitar esta tarea, la cabecera de la aplicación contiene acceso directo a la inserción de pictogramas, como podemos ver en la Figura 2.14. De izquierda a derecha, existe un buscador de pictogramas que incluye la función de filtrar por juego de pictogramas como se ve en la Figura 2.15. Además permite editar ligeramente el picto ya sea coloreándolo o añadiendo un signo de pasado, presente o plural. Para el marcaje de tiempo pueden incluirse con facilidad pictogramas de reloj que marcan la hora, y de duración que marcan un intervalo de tiempo. Adicionalmente se puede importar imágenes propias, códigos QR, texto o emoticonos.



Figura 2.14: Barra de inserción de pictogramas.

¹⁸<https://www.pictoselector.eu/es/>

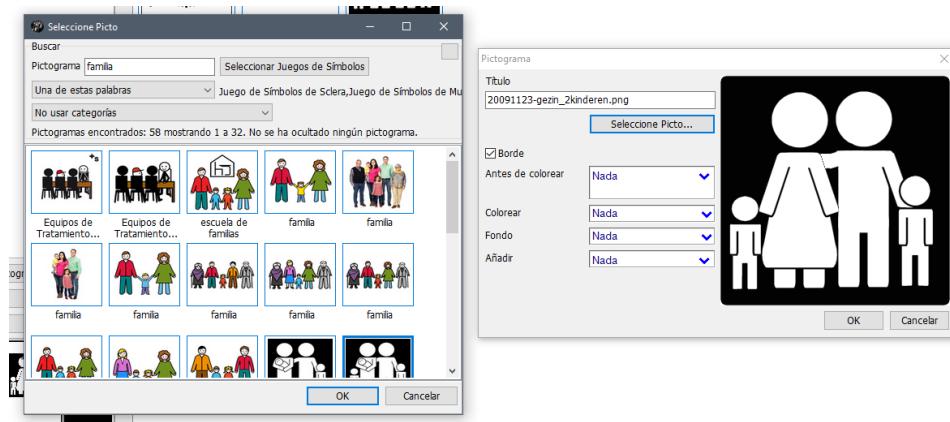


Figura 2.15: Buscador y editor de Pictogramas.

A pesar de ser una herramienta muy completa respecto a búsqueda y edición de pictogramas, la colocación de éstos está limitada a una cuadrícula. Por ello, no se pueden colocar pictogramas de distintos tamaños con facilidad o en posiciones intermedias.

2.3.2. Editor ARASAAC

La página web de ARASAAC¹⁹ cuenta con diversas herramientas online que se pueden usar para generar materiales:

- **Creador de animaciones:** genera una animación con los pictogramas que queramos en formato GIF o SWF. También permite configurar el intervalo entre los pictogramas y el número de repeticiones que hará.
- **Creador de símbolos:** permite la personalización de pictogramas donde podremos cambiar el nombre del pictograma, poner su traducción, modificar la fuente del texto, poner un marco, ampliar la imagen y cambiar el fondo.
- **Generador de frases:** consta de un total de tres pasos a seguir. El primero de ellos consiste en seleccionar las palabras que queremos traducir a pictogramas. El segundo paso nos mostrará todos los pictogramas asociados para cada palabra introducida y deberemos seleccionar el que más nos guste. Y en el tercer paso aparecerán todos los pictogramas colocados en una tabla en la cual podremos añadir un marco, insertar el nombre de los pictogramas y hacer más grande la tabla resultante. En la Figura 2.16 podemos ver la traducción de la frase: "Me gustan los helados".
- **Generador de horarios:** genera un horario donde previamente tendremos que configurar una plantilla con los días, horas, el formato (horizontal o vertical), idioma, bordes del horario, texto para cada día y hora, y la opción de insertar un pictograma en función de su día y hora. En la Figura 2.17 vemos un horario generado por esta herramienta en el que se especifica para cada día y hora una acción a realizar.

¹⁹<http://www.arasaac.org/herramientas.php>



Figura 2.16: Ejemplo con el generador de frases.

lunes reunión pintar	martes estudiar jugar	miércoles pintar jugar	jueves reunión estudiar		

Figura 2.17: Ejemplo con el generador de horarios.

- **Generador de calendarios:** genera un calendario donde tendremos que especificar el mes, año e idioma deseado. Al igual que en el generador de horarios, permite la opción de modificar el texto, colores, bordes y la posibilidad de poner un pictograma para cada día del mes. En la Figura 2.18 vemos el calendario generado para el mes de Noviembre de 2020

noviembre 2020						
lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	1	2	3	4	5	6

Figura 2.18: Ejemplo con el generador de calendarios.

- **Generador de tableros:** crea un tablero con el número de filas y columnas deseado donde para cada casilla podremos insertar un pictograma. Al igual que en otras herramientas permite la modificación de colores, bordes y texto del tablero.
- **Creador de juegos:** genera una plantilla en formato .rtf para poder jugar al bingo, oca, dominós y dominós encadenados con los pictogramas que deseemos. En la Figura 2.19 vemos la creación de un tablero para jugar al bingo.

2.3.3. Piktoplus

Piktoplus²⁰ es una aplicación para dispositivos Android que tiene como particularidad la creación de un avatar tridimensional personalizable. Dicho avatar será

²⁰<http://www.aulautista.com/2013/12/05/piktoplus-un-comunicador-android-muy-especial/>

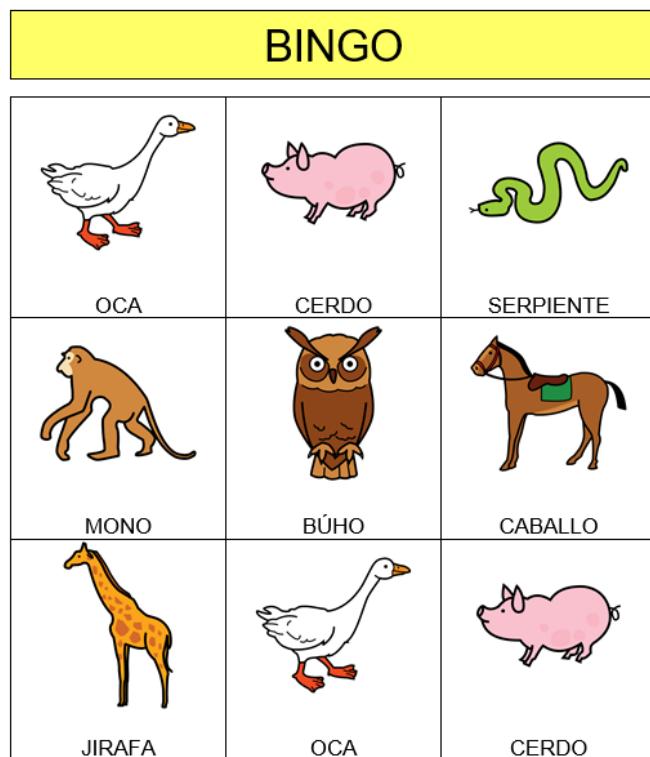


Figura 2.19: Ejemplo con el generador de juegos.

usado en los tableros pictográficos pues será quien protagonice las acciones. Permite registrar múltiples usuarios, cada uno con su propio avatar. Otra particularidad de Piktoplus son los sub-tableros²¹. Por ejemplo, en la Figura 2.20 podemos ver un tablero con dos pictogramas: “Estoy” y “Me duele”.

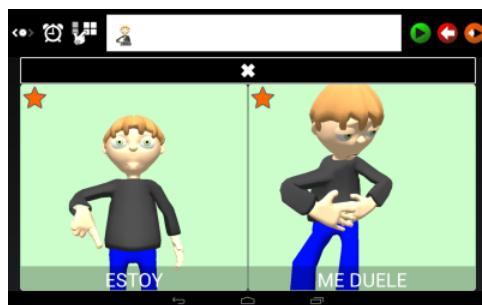


Figura 2.20: Ejemplo de tablero en Piktoplus

La función de dicho sub-tablero es la de mostrar pictogramas relacionados con el picto seleccionado para formar una frase de manera más natural. Por ejemplo,

²¹<https://fatimamikel.wordpress.com/2014/04/17/piktoplus-2/>

si seleccionamos el pictograma de “*Estoy*” como en la Figura 2.21, aparecería el sub-tablero con cuatro posibles pictogramas relacionados. En este caso aparecen relacionados con el estado anímico, facilitando la creación de la frase “*Estoy + Contento*”.

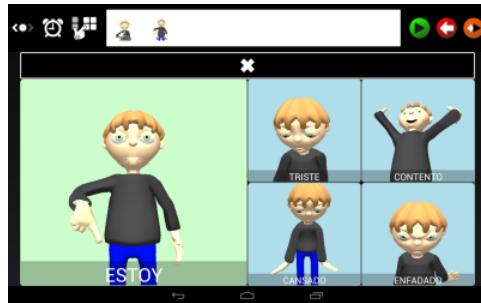


Figura 2.21: Subtablero en Piktoplus

Respecto a la creación y edición de tableros, se trata de una cuadrícula sobre la cual se colocan los pictogramas, además permite aumentar el tamaño de los pictos. Por ejemplo “*Estoy*” ocupa cuatro celdas más que “Contento”.

Actualmente esta aplicación no está disponible para descargar en tiendas de aplicaciones habituales y su desarrollo ha cesado desde 2018. Aunque no esté disponible, plantea una idea muy interesante como la posibilidad de desplegar un sub-tablero a partir de un pictograma para mostrar pictogramas relacionados entre ellos.

2.3.4. Pictar

Pictar²² es una aplicación web desarrollada por Alejandro Martín Guerrero de la Universidad Complutense de Madrid como Trabajo de Fin de Máster (Martín, 2018). El propósito de Pictar es poder tener una aplicación web accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet para facilitar la comunicación a personas con TEA.

Pictar ofrece tres herramientas en su página web:

- **Traducir frase:** permite generar una secuencia de pictogramas asociados a una frase o texto introducido por el usuario. Ofrece la posibilidad, tras haber generado la secuencia de pictogramas, de poder cambiarlos por otros pictogramas del mismo significado mediante unas flechas que se encuentran tanto encima como debajo de cada pictograma. También incluye un ícono que tiene como finalidad copiar la secuencia de pictogramas generados al tablero (ver la Figura 2.22).
- **Buscador:** al introducir una palabra en el campo de búsqueda nos mostrará todos aquellos pictogramas con un significado igual o similar a la palabra introducida. Podemos ver un ejemplo de ello en la Figura 2.23. El buscador ofrece la posibilidad de poder arrastrar los pictogramas para insertarlos al tablero que se muestra en la Figura 2.24.

²²<http://hypatia.fdi.ucm.es/pictar/>

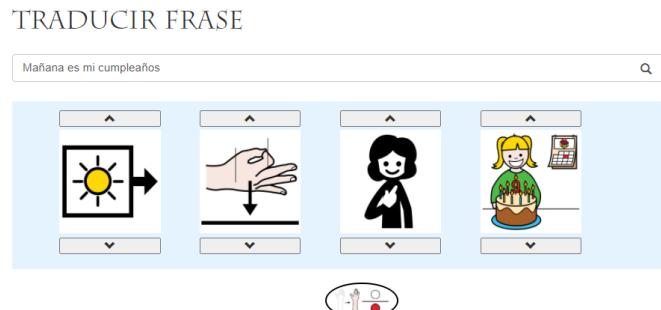


Figura 2.22: Funcionalidad en la aplicación Pictar de traducir frase.

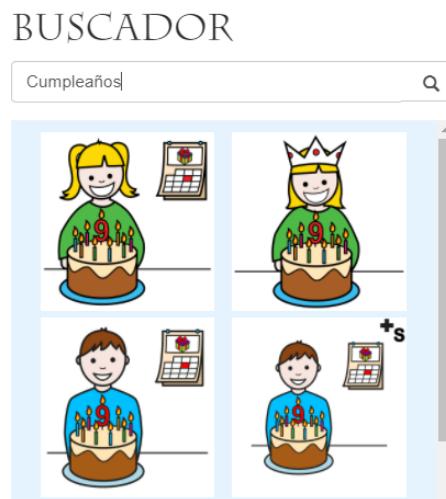


Figura 2.23: Funcionalidad en la aplicación Pictar de buscador.

- **Editor:** permite generar un tablero de pictogramas en el que deberemos seleccionar cuantos elementos va a tener en total y el número de columnas en los que se divide. Para añadir pictogramas al tablero tenemos dos opciones: la primera de ella es copiar la secuencia generada al traducir una frase a pictogramas y la segunda buscar un pictograma en el buscador para poder arrastrar el pictograma deseado al tablero. Por cada pictograma insertado en el tablero tendremos dos opciones debajo de éste situadas en las esquinas inferiores izquierda y derecha que permiten eliminar o dejar la casilla en blanco. El editor ofrece la posibilidad de añadir el nombre a cada pictograma, poner todos los pictogramas a color o blanco y negro y exportar o importar el tablero. Todas estas características se pueden observar en la Figura 2.24.



Figura 2.24: Funcionalidad en la aplicación Pictar de editor.

2.3.5. PicTableros

PicTableros²³ es una aplicación web desarrollada por Carmen López Gonzalo de la Universidad Complutense de Madrid en el Grado de Ingeniería Informática como Trabajo de Fin de Grado (López, 2019). PicTableros tiene como objetivo ayudar a la comunicación de personas con discapacidades cognitivas y poder realizar de una forma ágil plantillas y tableros. La aplicación tiene dos partes diferenciadas:

- **Plantillas:** en la sección de plantillas se permite seleccionar tres modalidades: públicas, crear nuevas y privadas. En el apartado de públicas permite elegir diferentes plantillas ya creadas que las podremos usar como tableros, (ver Figura 2.25). En el apartado de crear nuevas nos permitirá añadir en la plantilla áreas para insertar pictogramas, texto y formas como triángulos, estrellas, flechas, etc. Y por último en la sección de privadas podremos exportar o importar plantillas que tengamos creadas en nuestro equipo.
- **Tableros:** al igual que en el apartado anterior, la sección de tableros consta de tres secciones: públicos, crear nuevos y privados. En el apartado de públicos aparecen tableros ya creados que podremos duplicar como copia privada y modificarlo, o ver el tablero. En crear nuevo ofrece la posibilidad de insertar en el tablero áreas para añadir pictogramas, insertar texto y formas geométricas, se puede ver un ejemplo de creación de un tablero en la Figura 2.26. Por último en la sección de tableros privados podremos importar o exportar tableros que tengamos en nuestro equipo.

2.3.6. Symbo Talk

Symbo Talk²⁴ permite la creación de tableros de comunicación aumentativa y locución de tableros y pictogramas mediante su aplicación web o dispositivos móviles como Android e iOS.

SymboTalk ofrece dos modos de usuario:

- **Modo edición:** permite la creación de pictogramas, construir tableros y buscar pictogramas en un buscador. También ofrece la opción de crear un perfil y poder guardar todos los tableros que hayamos realizado.

²³<https://holstein.fdi.ucm.es/picto-tableros/>

²⁴<https://civat.es/app/symbo-talk/>

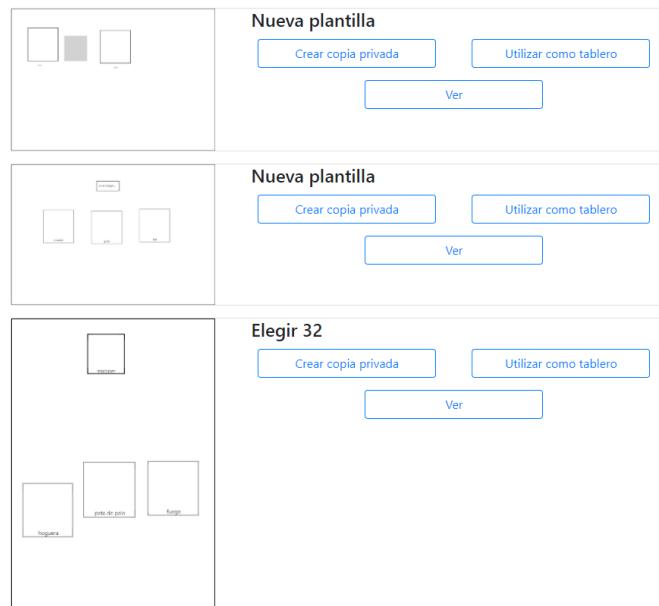


Figura 2.25: Menú de Pictableros para utilizar una plantilla pública.

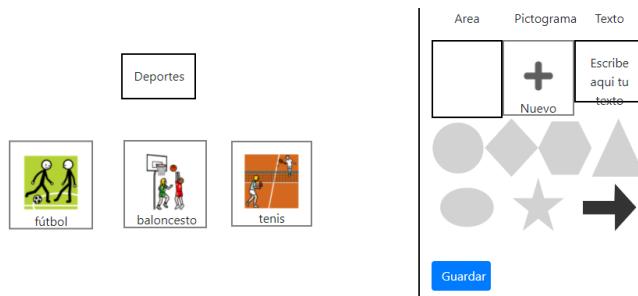


Figura 2.26: Ejemplo de creación de un tablero con un campo de texto y pictogramas.

- **Modo usuario:** pensado para que el usuario pueda comunicarse de una forma más fácil e intuitiva. Permite usar los pictogramas de la biblioteca o los que hayamos creado y reproducir por voz la secuencia de pictogramas seleccionada. En la Figura 2.27 podemos ver la pantalla principal de este modo. En el modo usuario permite editar el perfil para hacerlo lo más afín al usuario que lo utilice y que éste se sienta más cómodo a la hora de usar la aplicación.

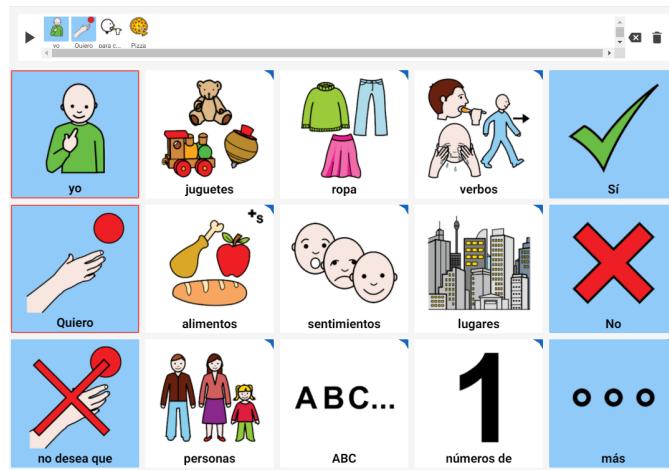


Figura 2.27: Pantalla principal de la aplicación Symbo Talk.

2.3.7. LetMe Talk

LetMe Talk²⁵ es una aplicación para dispositivos Android e iOS que permite generar frases a partir de una lista de pictogramas seleccionados. Al ser descargada contiene una pequeña selección de pictogramas separadas por categorías (ver Figura 2.28) como “General”, “Comida” o “Juguetes”. Al pulsar en cualquiera de estos pictogramas, se desplegará otro tablero donde aparecen pictogramas con juguetes como “muñeca” o “pelota”. Ofrece un total de 9.000 pictogramas de ARASAAC y la posibilidad de añadir imágenes del móvil para ser incluidas como pictogramas con texto personalizado.

²⁵<https://www.letmetalk.info/es>

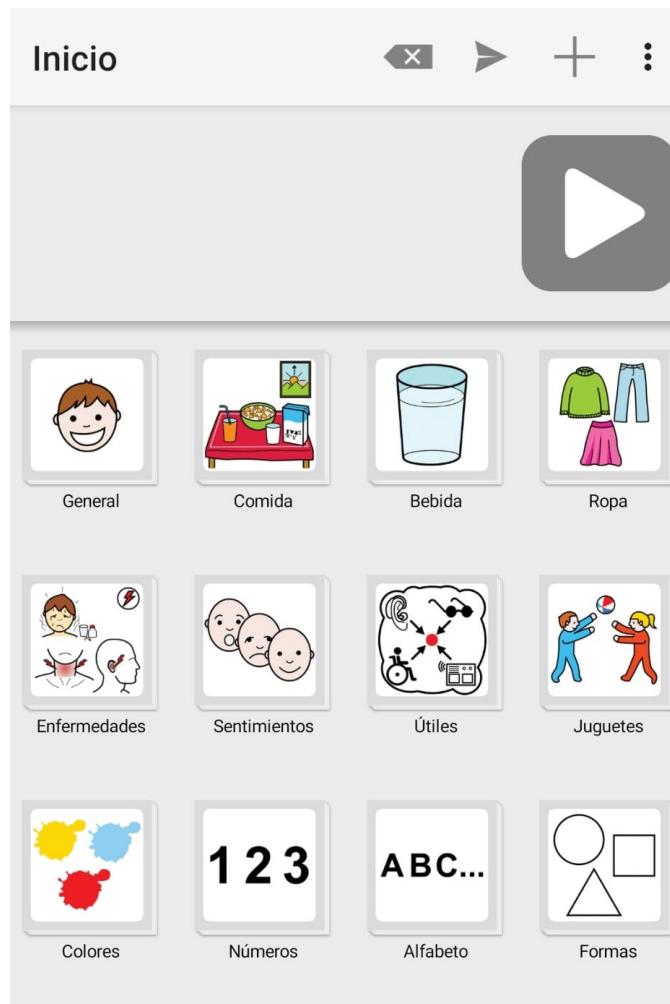


Figura 2.28: Menú de la aplicación en Android de LetMe Talk.

2.3.8. Jocomunico

Jocomunico²⁶ es una aplicación basada en el uso de pictogramas para ayudar a personas con dificultad en el habla. Su aplicación se puede usar tanto en su página web como en dispositivos Android e iOS y Windows y Mac OS X.

Jocomunico se creó con el objetivo de poder ayudar a los logopedas a trabajar con personas con dificultades comunicativas y poder facilitar las tareas de aprendizaje de los tiempos verbales, creación de distintos tipos de frases (preguntas, negaciones, etc) o estructurar de manera correctas los textos.

La aplicación cuenta con múltiples ajustes de accesibilidad que permiten la manera en la que se puede seleccionar un pictograma dependiendo del dispositivo ya sea de manera táctil, con uno o dos toques, o con el ratón del ordenador. También ofrece servicios de síntesis de voz para poder reproducir una secuencia de

²⁶<http://joanpahisa.com/es/jocomunico/>

Programas	Disponible	Se mantiene actualizado	Dispositivos	Permite editar pictogramas	Precio	Colocación de pictogramas
Pictoselector	Sí	Sí	PC y MAC	Sí	Gratis	No
Editor ARASAAC	Sí	Sí	PC, MAC, Android, iOS y Web	Sí	Gratis	No
Piktoplus	No	No	Android	No	139€	No
Pictar	Sí	La web no, los pictogramas sí	Web	No	Gratis	Sí
Pictablersos	Sí	La web no, los pictogramas sí	Web	Sí	Gratis	Sí
Jocomunico	Sí	Sí	Web	No	Gratis	No

Tabla 2.1: Tabla comparativa entre los distintos editores de tableros basados en pictogramas

pictogramas creada por medio de los altavoces de nuestros dispositivos.

Una característica muy importante de esta aplicación es que aprende del uso que le da el usuario a los pictogramas y permite predecir pictogramas que le pueden ser útiles según está generando una frase, como se puede ver en el recuadro azul situado a la izquierda de la Figura 2.29.



Figura 2.29: Pantalla principal de la aplicación Jocomunico.

2.4. Comparativa de las herramientas analizadas

Tras haber analizado las aplicaciones mencionadas anteriormente se han recopilado aspectos que muchas de ellas tienen en común y funcionalidades que no tienen en la Tabla 2.1.

Podemos observar que muchas de ellas se pueden descargar a través de la Play Store, App Store o utilizar su servicio desde su página web. Los más completos o

que ofrecen más opciones, están disponibles para ordenadores. Aunque en dispositivos móviles hay mayor oferta de aplicaciones, generalmente ofrecen pocas opciones o funcionalidades. Además es importante destacar que no todas las aplicaciones cuentan con bases de datos de pictogramas actualizadas.

A pesar de todo, el factor determinante es el precio. Las aplicaciones que no son gratuitas tienen un precio desorbitado que muchas familias o docentes no pueden permitirse, por ello que la aplicación sea gratuita es determinante. Respecto a los idiomas, destacan el español y el inglés como idiomas predominantes entre las distintas aplicaciones.

Muchas de estas aplicaciones no permiten la creación de tableros en los que poder colocar los pictogramas libremente ni insertar texto o iconos, simplemente tienen una cuadrícula donde se van insertando en orden los pictogramas seleccionados por el usuario. Un aspecto muy importante que se va a desarrollar en nuestra aplicación y que muy pocas ofrecen la posibilidad es permitir que el usuario pueda cargar sus propias imágenes y utilizarlas como si fueran pictogramas, con su imagen y texto correspondiente.

Este análisis facilitó identificar las principales características que debería contar la aplicación.

Capítulo 3

Tecnologías

RESUMEN: En este capítulo se enumerarán las tecnologías utilizadas y su utilidad en el proyecto.

3.1. Introducción

La finalidad de PictUp! es crear una aplicación web accesible desde el ordenador que permita crear materiales pictográficos. La aplicación se ha desarrollado en React y para facilitar la maquetación de la misma se ha utilizado Boostrap 5¹. A continuación se describirán estas y otras tecnologías estudiadas de cara al desarrollo de PictUp!.

3.2. API Arasaac

ARASAAC facilita la obtención de recursos pictográficos mediante su API². Una API es una interfaz que reúne un conjunto de funciones y métodos, accesibles para otras aplicaciones. En el caso de la API de ARASAAC, esta está exclusivamente disponible para aplicaciones no comerciales, tal y como indica su licencia Creative Commons. Mediante los métodos de la API, podemos obtener materiales y pictogramas. Los materiales son actividades, calendarios o agendas creados por usuarios haciendo uso de los pictogramas de ARASAAC. Respecto a los pictogramas, los métodos que se han utilizado en este trabajo son:

- **bestSearch:** recibe una palabra y retorna un único JSON con la información del pictograma que más se ajuste a la palabra.
- **searchText:** igual que *bestSearch*, diferenciándose en que retorna todos los pictogramas similares. En la Figura 3.1, se ejemplifica el resultado de introducir el mismo término en las dos funciones.

¹<https://getbootstrap.com/docs/5.0/getting-started/introduction/>

²<https://arasaac.org/developers/api>

Resultado de buscar "animal" mediante:
bestSearch **searchText**



Figura 3.1: Comparación de los resultados con ambas búsquedas

- **idPictogram**: a partir del identificador de un pictograma, retorna la dirección de la imagen del pictograma asociado al identificador.

Como se ha mencionado anteriormente, la API de ARASAAC retorna un objeto JSON que almacena toda la información de un pictograma. Los parámetros más importantes que tiene un objeto pictograma son:

- **_id**: número único que lo identifica, se utiliza para cargar la imagen.
- **keyword**: la palabra asociada al pictograma.
- **hasLocution**: indica si cuenta con locución. La locución está grabada por una persona y no se trata de una voz robótica generada automáticamente.
- **hair**: indica si el pictograma representado tiene pelo. En caso afirmativo, se podrá cambiar el color de éste.
- **skin**: indica si el pictograma representa a una persona. En caso afirmativo, se podrá cambiar el tono de piel.

Los pictogramas pueden ser personalizados, como se puede ver en la Figura 3.2. La web cuenta con un mayor rango de opciones, como tachar un pictograma, añadir un marco o cambiar el color de fondo. Aunque la API es más limitada y cuenta con menos opciones, éstas son: cambiar el color de pelo y piel si el pictograma lo permite, indicar plural, tiempo verbal y dejarlo en blanco y negro. Esta personalización no se obtiene directamente desde la API, sino que se ha de modificar una URL en función de los atributos modificados para que el pictograma aparezca de manera diferente.

3.2.1. Prototipo API ARASAAC

Para probar el acceso a la API se creó un sencillo buscador de pictogramas utilizando el método *bestSearch* para comprender el funcionamiento de la API y las posibilidades que ésta ofrece. Aunque inicialmente simplemente muestra el pictograma de una palabra introducida, durante el desarrollo añadimos la posibilidad de cambiar el color de pelo, tono de piel y otros atributos de los pictogramas.



Figura 3.2: Ejemplo de cómo se puede modificar el color de pelo y tono de piel de un pictograma, entre otras opciones, en este caso desde la web de ARASAAC.

3.3. React

React es una librería de Javascript pensada para desarrollar interfaces de usuario. Esta librería fue desarrollada por Facebook buscando la creación de interfaces de una manera sencilla y con un alto rendimiento. React permite desarrollar tanto aplicaciones web como aplicaciones móviles de una manera ordenada y con menos líneas de código respecto a otros lenguajes como Javascript. El hecho de que React permita estructurar los distintos componentes de una aplicación ayuda tanto al desarrollo como mantenimiento de esta. Otra característica importante de React es que ya tiene implementadas muchas funcionalidades, por lo que puede ayudar a reducir el tiempo de desarrollo de la aplicación. Un ejemplo de esto es el hecho de tener las vistas asociadas a los datos, que permite que los datos mostrados se actualicen automáticamente sin necesidad de escribir nuevos fragmentos de código.

Respecto a otros Frameworks como Angular, vemos que React no ofrece todas las funcionalidades de un framework completo. Esto no supone ningún impedimento para desarrollar la aplicación con React pero habrá que adaptar nuestro código al ecosistema que ofrece.

3.3.1. Drag and Drop

React Drag and Drop³ es una biblioteca que permite arrastrar componentes en React. Su principal uso en la aplicación es la recolocación de los componentes del tablero de manera cuadriculada. Esto permite colocar con precisión los elementos en el tablero, lo cual era un requisito indispensable para poder hacer tableros organizados. De otra manera podrían quedar algunos componentes unos pocos píxeles por encima de otros, dando un resultado sin alinear y poco profesional.

³<https://react-dnd.github.io/react-dnd/about>

3.3.2. Prototipos

Otro objetivo es el de la interacción de los componentes en una superficie cuadrículada. Tras experimentar con distintas bibliotecas de JavaScript como Interact JS⁴ no obtuvimos el resultado esperado pues el desplazamiento de los objetos no era lo suficientemente preciso.

React tenía la biblioteca Drag and Drop que permite desplazar los componentes. La principal diferencia entre Drag and Drop y Interact JS, es que al mover un elemento, “Interact JS” deja unos píxeles de diferencia y “Drag and Drop.” permite mover objetos en intervalos definidos, como poder mover un objeto de 10 píxeles en 10 píxeles.

3.4. JSZip

JSZip⁵ es una biblioteca de Javascript que mediante una API permite crear y cargar archivos comprimidos en formato ZIP. Será el método para importar y exportar elementos de la aplicación.

- **Generar ZIP:** Crea un zip con todo lo que haya creado el usuario, como las fotos que haya subido, la posición de los pictogramas colocados y su información asociada.
- **Cargar ZIP:** Al subir un ZIP, descomprime su contenido para poder cargar los elementos en la aplicación.

3.5. Progressive Web Application

Las aplicaciones web progresivas (PWA)⁶ son aplicaciones instalables en ordenador o dispositivos Android. Están a medio camino entre una aplicación nativa⁷ y una web, pues ofrecen más posibilidades que una web convencional y no requiere de instaladores o ser descargadas de tiendas de aplicaciones.

Entre otras ventajas que se ofrecen:

- Los tiempos de carga son reducidos al contar con los componentes precargados.
- Son fáciles de instalar.
- Añade un ícono a la pantalla de inicio del móvil o un acceso directo en el escritorio donde se instala, aumentando las posibilidades que el usuario vuelva a acceder a la aplicación. Debido a que una web puede ser muy difícil de encontrar en motores de búsqueda, el usuario puede ser dependiente de tener el enlace a su alcance.
- Ahorra el desarrollo de una aplicación nativa para Android.

⁴<https://interactjs.io/>

⁵<https://stuk.github.io/jszip/>

⁶https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Progressive_web_apps

⁷<https://web.dev/what-are-pwas/>

- Son rápidas y fáciles de implementar.

Actualmente las PWA son accesibles desde la gran mayoría de navegadores tanto de ordenador como móvil.

Requisitos y diseño

4.1. Introducción

De ahora en adelante se referirá a la aplicación como PictUp!. El propósito de la aplicación PictUp! es solventar problemas encontrados en otras aplicaciones similares y combinar las herramientas necesarias para facilitar la creación de materiales pictográficos. Para ello, se han estudiado las características de las distintas aplicaciones vistas en la Sección 2.4. De esta manera, se ha podido seleccionar las funcionalidades imprescindibles para crear un tablero pictográfico y otras atendiendo a las necesidades demandadas por los usuarios. Así se ha podido confeccionar una lista de requisitos iniciales de la aplicación y el motivo de su interés. A continuación, se expondrán las características que debería reunir PictUp!:

- **Aplicación web gratuita:** la aplicación debe de ser gratuita y accesible desde el navegador web, Para ser potencialmente utilizada por mayor número de usuarios posibles.
- **Personalización de pictograma:** la aplicación debe dar la posibilidad de personalizar los pictogramas para transmitir más información en un mismo picto, y si el pictograma lo permite que se asemeje a los rasgos físicos del usuario que utilice los pictogramas. De esta manera, se podrá sentir identificado por un pictograma fácilmente.
- **Pictogramas actualizados:** la base de datos debe de contar con los últimos pictogramas creados del sistema pictográfico utilizado.
- **Crear tableros con libertad y precisión:** la aplicación debe permitir desplazar con libertad los pictogramas en el tablero para que los usuarios puedan crear material con el diseño que deseen. Además de poder alinear los pictogramas de manera sencilla.
- **Utilizar fotografías como material:** algunos usuarios quieren complementar los tableros con imágenes propias que pueden ser más familiares a la persona que se beneficie del tablero.
- **Agilizar el proceso de búsqueda de pictogramas que sean usados de manera recurrente:** al crear material de manera recurrente puede ser útil

contar con los pictogramas más usados para no repetir la misma búsqueda repetidamente.

- **Añadir interacción a los tableros:** la mayoría de las aplicaciones estudiadas son estáticas, es decir, no permiten una interacción adicional al usuario con el tablero. Algunas aplicaciones aprovechan dicho potencial como Piktoplus (Sección 2.3.3) mediante los subtableros emergentes o Jocomunico (Sección 2.3.8) que permite reproducir la pronunciación del texto asociado a un pictograma.

4.2. Diseño de la aplicación

Después de probar distintas tecnologías y estudiar la situación actual de los tableros pictográficos, se procedió a bocetar la idea de la aplicación y el formato de la interfaz. Al ser dos integrantes en el proyecto, se realizaron dos bocetos diferentes, a partir de los cuales se concretaron los primeros requisitos y asentaron las bases del proyecto.

4.2.1. Prototipo realizado por Alfonso

Teniendo en cuenta los requisitos de los usuarios, las aplicaciones existentes y el trabajo futuro de trabajos similares, empezamos a bocetar una primera idea del proyecto.

En la Figura 4.1 podemos ver el boceto de la pantalla de inicio, la cual estaría compuesta por cuatro secciones bien diferenciadas. *Creación de tablero libre* serviría para crear un tablero donde se pueden colocar pictogramas, texto o figuras. *Creación de actividad* añadiría interacción a los tableros mediante la sucesión de los mismos. Más tarde profundizaremos en esas dos secciones.

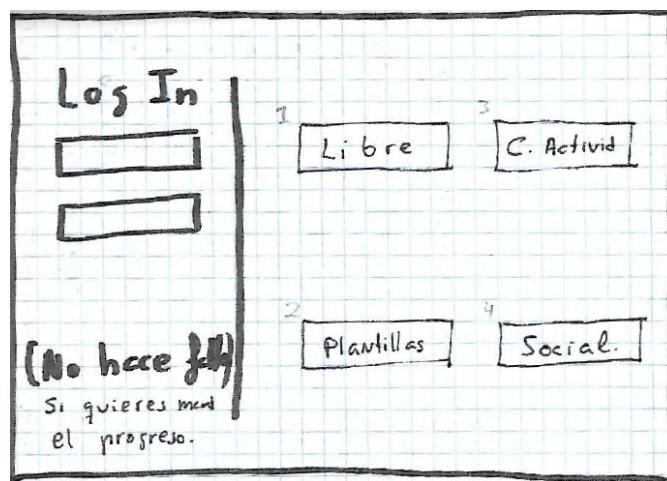


Figura 4.1: Boceto de pantalla inicial

Las *Plantillas* permitirían crear un tablero mediante el uso de una plantilla que cuenta con espacios donde colocar pictogramas. Las plantillas facilitan la creación

del material que sigue una misma estructura, pero con contenido diferente. Un ejemplo de ello es la creación de un horario, donde pueden haber decenas de huecos a llenar y se estructuran generalmente de la misma manera. Al tener una plantilla, el usuario se puede despreocupar de que los elementos queden bien centrados o añadir los días de la semana. En la Figura 4.2 podemos ver un ejemplo de algunas ideas de plantillas disponibles. La sección de *Social* tendría la función de compartir tableros, actividades y plantillas con la comunidad de usuarios. Por último, existe un inicio de sesión opcional para mantener el progreso entre dispositivos.

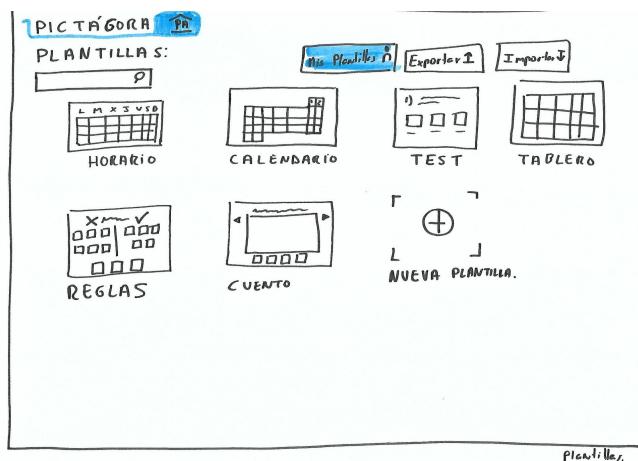


Figura 4.2: Boceto pantalla de plantillas

Si profundizamos en la *Creación de un tablero libre* en la Figura 4.3, podemos ver los componentes que se pueden colocar sobre el tablero. Éstos son los pictogramas, texto, figuras como flechas o rectángulos y la posibilidad de subir imágenes. También comenzamos a plantear la idea de almacenar colecciones de pictogramas, que almacenan distintos conjuntos de pictogramas que el usuario agrupa según su criterio. Por ejemplo, si un profesor tiene que crear varios tableros respecto a un tema, como “Animales de la granja”, puede ser útil tener una colección con los pictogramas de gallina, cabra, oveja, etc, agilizando el proceso de creación.

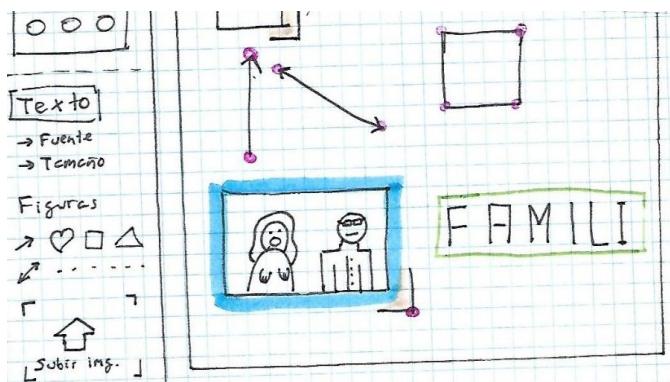


Figura 4.3: Boceto pantalla de edición de tableros

El apartado de *Creación de actividad* no deja de ser una extensión de creación libre pero con más componentes que permiten interacción con el usuario para crear distintos tipos de actividad. Estos componentes, que a partir de ahora denominaremos componentes interactivos, son:

- **Cajón de pictogramas y espacio picto:** se trata de dos componentes que van ligados entre sí. En primer lugar está el *cajón de picto*, que es un espacio al margen del tablero donde aparecen un conjunto de pictogramas, como se puede ver en la Figura 4.4. Los elementos que aparecen en el cajón pueden ser desplazados a un *espacio picto*. Este componente es un hueco inicialmente vacío donde puede ser colocado un pictograma como se puede ver también en la Figura 4.4. Ambos componentes son configurables, lo que permite establecer los pictogramas que aparecen en el *cajón de pictogramas*, y los pictogramas que acepta el *espacio picto*. Ambos elementos se beneficiarían de las colecciones, pues son conjuntos de pictogramas establecidos por el usuario.

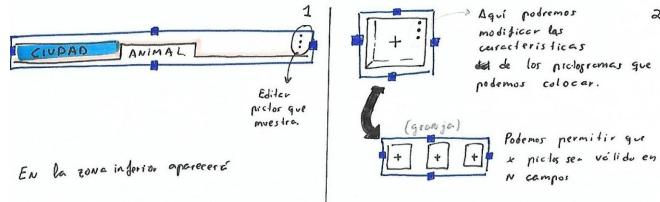


Figura 4.4: Boceto de las componentes canjón de picto y espacio picto.

Por ejemplo, un cajón de pictogramas podría tener asignado varias colecciones de pictogramas para que aparezcan mezclados. Asimismo, en el *espacio picto* podría ser configurado para únicamente aceptar pictogramas de una de las colecciones o un pictograma concreto. De esta manera podría ser construido con facilidad un ejercicio donde el usuario que interactúe con el tablero pueda arrastrar distintos pictogramas del cajón de pictos a un espacio picto. En la Figura 4.5 se ve el *cajón de pictos* mostrando pictogramas que representan animales de la granja y la selva, junto a unos *espacio pictos* donde colocar los pictos de cada tipo. El objetivo es dar la máxima flexibilidad al usuario que cree una actividad.

- **Subtablero:** el componente subtablero permite desplegar un tablero de pictogramas. Los pictogramas que componen dicho tablero pueden venir dados por una colección de pictogramas creada por el usuario o indicarse en el propio componente. Su finalidad es la de añadir más pictogramas en el mismo espacio y agilizar la comunicación. La idea ha sido rescatada de Piktoplus (Sección 2.3.3) que también permitía crear subtableros.

- **Enlace:** permite ligar dos pictogramas diferentes. Está compuesto por dos “piezas” las cuales se asignan a dos pictogramas para ser enlazados. Su finalidad es la de crear actividades como “hacer parejas”.

En la Figura 4.6 podemos ver el ejemplo del pictograma hueso y perro, a los cuales se les asignan la misma pieza identificada por un símbolo de pica con fondo verde. El motivo por el que las piezas tienen una forma y color asociado facilita al usuario que cree la actividad identificar las piezas ya ligadas. El

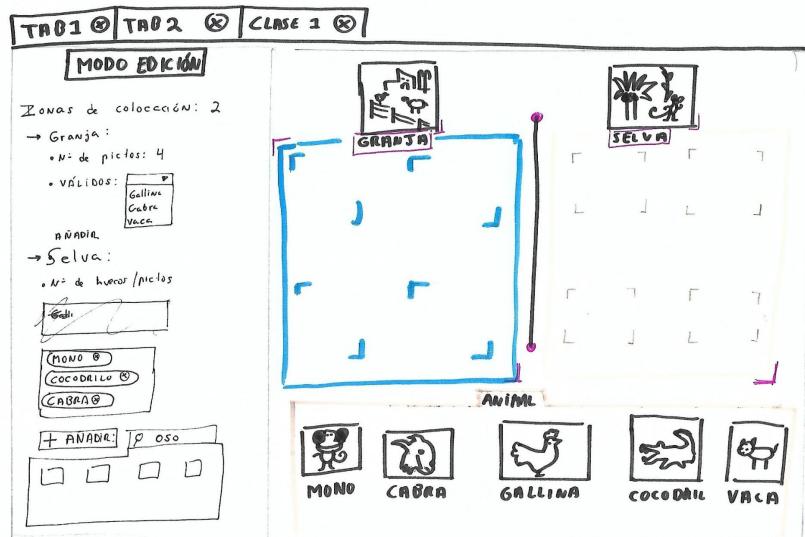


Figura 4.5: Boceto de actividad con cajón de pictos y hueco picto

usuario final al pulsar sobre los pictos permitirá hacer parejas y completar la actividad.

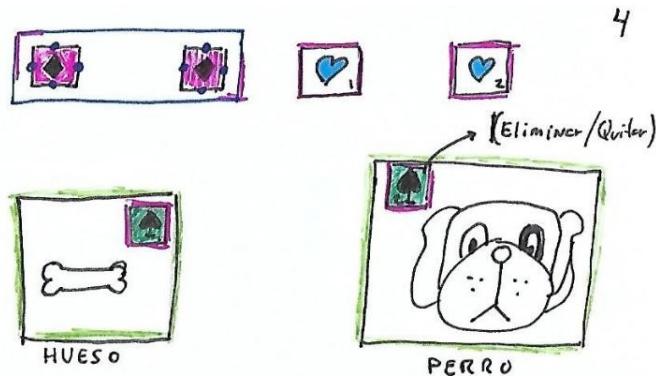


Figura 4.6: Boceto de las piezas que enlazan dos pictogramas al compartir la misma figura

Con todos los tableros creados también es posible crear una actividad de mayor tamaño mediante la secuenciación de tableros. Se podría pasar de uno a las siguientes escenas mediante flechas, como se puede ver en la Figura 4.7, que está compuesta por una fotografía y algunos pictogramas que la describen. Pero también se podrían intercalar estos tableros con otros que aporten interacción. Por ejemplo podría añadirse un test mediante el cajón de pictos para comprobar si se está comprendiendo la lectura.

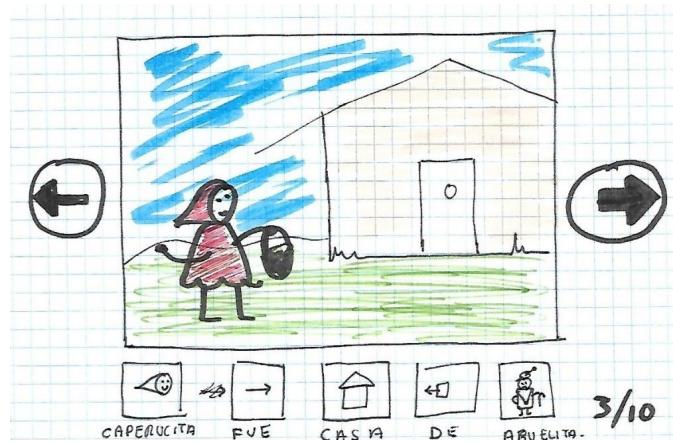


Figura 4.7: Boceto de una escena de un cuento, con pictogramas en la zona inferior y botones en los laterales para pasar o retroceder la escena o tablero

En la Figura 4.8 podemos ver cómo se compondrían este tipo de actividades, que resulta muy familiar a la construcción de una presentación de diapositivas.

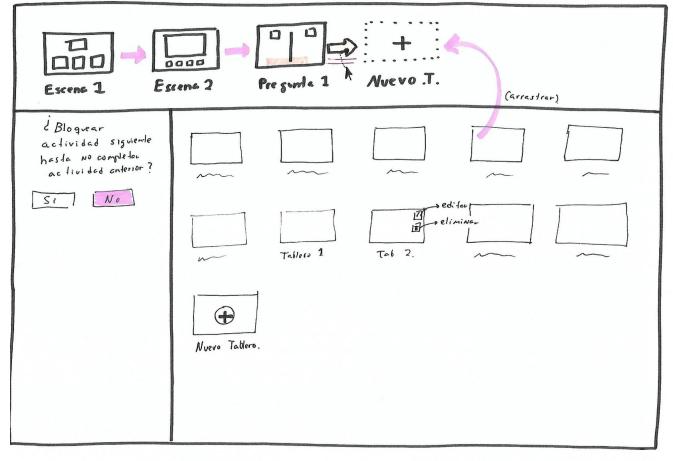


Figura 4.8: Boceto del compositor de actividades

4.2.2. Prototipo realizado por Jorge

La pantalla de inicio de la aplicación (ver la Figura 4.9) está compuesta por cuatro botones. Cada uno de ellos representará una pantalla con distintas funcionalidades. También podemos ver que en la parte superior de la pantalla tendríamos el nombre de la aplicación a la izquierda, que al pulsarlo volveríamos a esta pantalla, y un selector de idioma en la parte de la derecha. Esta parte sería común en las distintas pantallas de la aplicación.

En el apartado correspondiente a tableros representado en la Figura 4.10 pode-



Figura 4.9: Pantalla de inicio con botones que muestran las otras pantallas de la aplicación.

mos diferenciar claramente dos zonas: la parte de la izquierda correspondiente a la personalización del tablero y la parte de la derecha donde se mostraría el tablero que se está editando.

En la parte de personalización del tablero podemos ver dos recuadros que englobarían diferentes posibilidades. Las funcionalidades que encontraríamos en el recuadro superior serían las siguientes:

- **Traducir frase:** dada una frase, mostraría toda la secuencia de pictogramas que tuviera ese significado. El botón de insertar que vemos insertaría toda la secuencia de pictogramas en el tablero.
- **Búsqueda simple de un pictograma:** dada una palabra concreta mostraría todos los pictogramas que tuvieran ese significado. Al igual que en el apartado anterior también tendríamos un botón de insertar el pictograma deseado al tablero.

En el recuadro inferior tendríamos las siguientes opciones:

- **Insertar iconos:** al pulsarlo mostraría un modal con todos los iconos que se pueden añadir al tablero y al pulsar sobre uno de ellos se añadiría al tablero.
- **Insertar figuras geométricas:** al igual que con la funcionalidad anterior, al pulsarlo se abriría un modal donde se podrían seleccionar diferentes figuras geométricas para añadirlas al tablero.
- **Insertar imágenes:** esta herramienta permitiría al usuario insertar una fotografía que tuviera en su ordenador. A la hora de insertarla en el tablero tendrá las mismas propiedades que un pictograma, la imagen y un texto descriptivo.
- **Insertar un campo de texto:** permite añadir un campo en el tablero donde poner textos.

- **Editar el tamaño de letra del campo de texto:** esta funcionalidad solo estará disponible si hemos seleccionado un campo de texto en el tablero. Nos permite ajustar el tamaño del texto de un campo específico.
- **Editar la fuente del campo de texto:** al igual que con la funcionalidad anterior, deberemos seleccionar qué campo queremos editar. Permite cambiar la fuente del texto por otra.

En la zona inferior izquierda hay dos botones que permitirían guardar el estado de la página y volver a cargar el estado para posteriormente seguir trabajando con nuestro proyecto.

En la zona de la derecha encontramos un tablero donde se insertaría todos los pictogramas, iconos, formas, imágenes y campos de texto. Todos los elementos que se inserten en el tablero podrán ser ampliados de tamaño pulsando sobre una de las esquinas del elemento.

En la parte superior del tablero en sí tendríamos un botón llamado “*Guardar como pdf*” que generaría un archivo con extensión pdf a partir del tablero inferior.

Debajo de dicho tablero encontramos un botón que nos permitiría añadir un nuevo tablero con el que seguir trabajando.

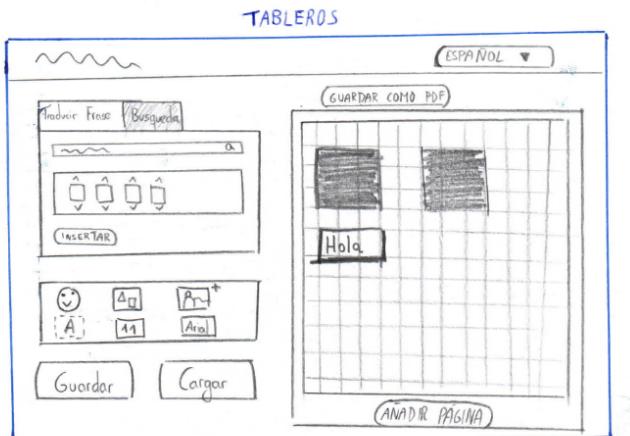


Figura 4.10: Pantalla de configuración de tablero.

Respecto a las pantallas de normas y juegos son relativamente similares, ya que ambas en la parte de la izquierda cuentan con un apartado para la edición y a la derecha el tablero. Las únicas diferencias entre estas pantallas serían los botones que encontramos en el tablero para añadir una nueva norma o sección al cuento. Un ejemplo de la visualización de la pantalla de normas sería la Figura 4.11. Ambas tienen un botón en la parte superior que ofrece la posibilidad de guardar como pdf lo que tenemos en el tablero.

Para añadir una norma o una nueva sección en nuestro tablero tendríamos que pulsar sobre el botón “*Nueva norma*” o “*Nueva sección*” y se añadirían dos campos. El primero de ellos estaría numerado y en él se insertaría el texto correspondiente a la norma o a la sección del cuento. El segundo sería un campo en donde poder inser-

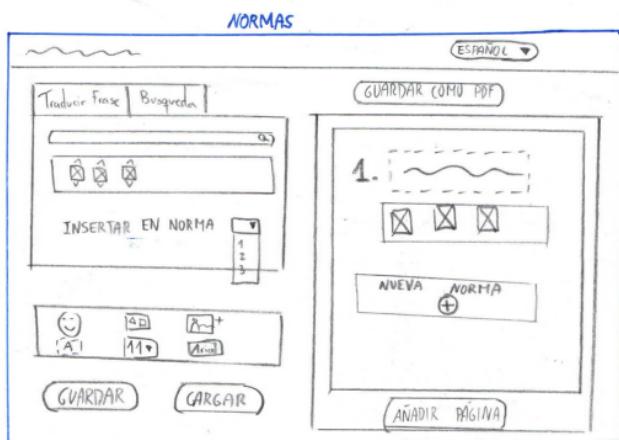


Figura 4.11: Pantalla de configuración de normas.

tar los pictogramas que queramos que hicieran alusión al campo de texto superior. Además, hay un botón para añadir un nuevo tablero y seguir trabajando.

Por último la pantalla de juegos estaría compuesta por dos partes: la primera de ellas sería la configuración del juego y la segunda la ejecución del juego. La pantalla de configuración (ver la Figura 4.12), al igual que las pantallas vistas anteriormente, cuenta con una sección para la edición y otra para el tablero. En el tablero podremos ver las diferentes secciones que hayamos podido crear y un botón para crear una nueva. Al pulsar sobre este botón se añadirá sobre el tablero una casilla para insertar un pictograma, imagen, ícono o figura geométrica, una flecha y un campo de texto. Esto permitirá crear una asociación entre un pictograma y su texto correspondiente para posteriormente ejecutar el juego.

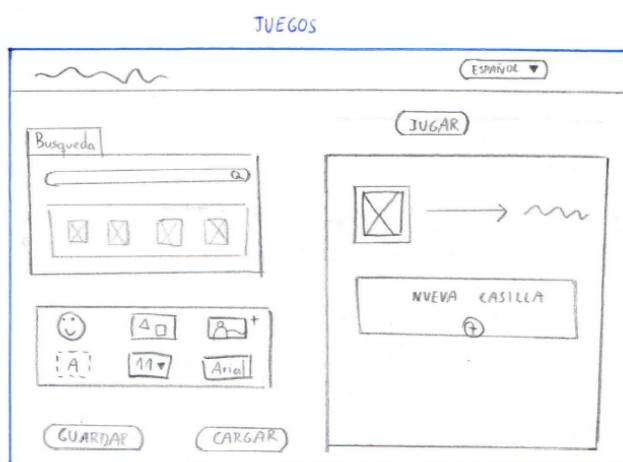


Figura 4.12: Pantalla de configuración de juego.

Esta pantalla cuenta con dos botones para guardar el estado de la configuración del juego y otro para cargar dicho estado y reanudar el trabajo realizado.

Tras haber creado varias secciones o haber cargado una configuración de juego podremos ejecutar el juego pulsando el botón “Jugar” situado en parte superior de la pantalla. Al pulsarlo nos llevará a una nueva pantalla más simple como se puede ver la Figura 4.13, donde el usuario podrá ver todos los pictogramas que se han seleccionado en la pantalla de configuración y los textos asociados a cada uno de ellos.

Todos los pictogramas seleccionados aparecerán en el recuadro superior de la pantalla. Estos pictogramas se podrán seleccionar y arrastrar a la casilla correspondiente de dicho pictograma. Si al arrastrar un pictograma y soltarlo en una casilla coincide con la norma definida por el usuario, la fecha que une la casilla del pictograma y el texto se pondrá en verde indicando que es correcta esa relación. En caso de que no corresponda el pictograma con el texto, el pictograma volverá a la parte superior donde se encuentran todos los pictogramas, indicando de esta manera que la asociación entre el pictograma y el texto no es la correcta

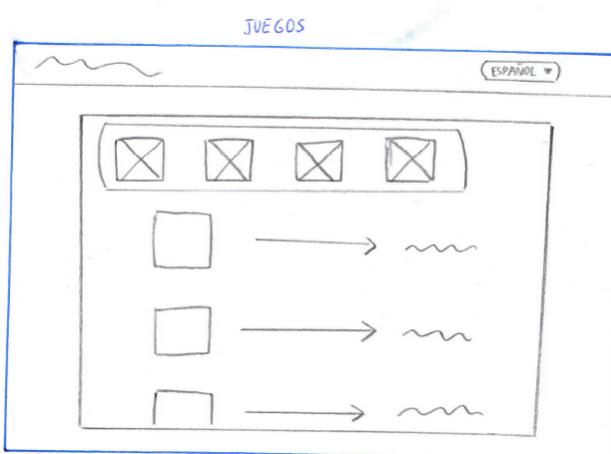


Figura 4.13: Pantalla de juego en ejecución.

4.3. Requisitos de la aplicación

Tras terminar ambos prototipos, se analizaron para contrastar ideas en común y estudiar posibles funcionalidades y elementos a implementar.

A grandes rasgos, se vio que el prototipo de Alfonso era menos rígido de cara a crear material. Esto es visible en la creación de reglas, cuento o actividades en el prototipo de Jorge, donde solo hay un único formato para cada tipo de material. Por ello se ha optado por ofrecer los componentes al usuario para que este cree el material según su criterio. Los componentes de creación de actividades vistas en el prototipo de Alfonso también ofrecían mayor libertad al crear actividades.

Un concepto en común entre ambos prototipos es la existencia de una barra de herramientas al lado izquierdo del tablero mediante la cual se añadirían los dis-

tintos elementos al tablero. Además, se estableció que debían existir dos tipos de componentes en la aplicación: herramientas y elementos. A continuación se detallarán las funcionalidades que deberían desempeñar estas componentes. El resto de ideas vistas en ambos prototipos sirvieron para crear una visión general de la posible aplicación, por lo que muchas de estas ideas no fueron desarrolladas.

4.3.1. Herramientas

En este apartado se incluirán todas aquellas funcionalidades que tras el análisis fueron determinadas como necesarias para desarrollo de la aplicación. Principalmente estas funcionalidades estarán relacionadas con la edición del tablero. Las funcionalidades que se decidió desarrollar fueron:

- **Búsqueda de pictogramas:** esta herramienta permitirá al usuario realizar una búsqueda a partir de una palabra y poder añadir al tablero el pictograma deseado.
- **Traducción de frase:** esta herramienta permitirá generar una secuencia de pictogramas asociados a una frase introducida por el usuario y poder añadir esa secuencia al tablero.
- **Colecciones:** la herramienta colecciones ofrecen al usuario la opción de poder tener varias agrupaciones de los pictogramas que desee, según su conveniencia. Éstas están compuestas por un nombre que lo identifique y uno o varios pictogramas que el usuario elija según su criterio.
- **Importar imágenes:** esta herramienta permite al usuario importar sus imágenes y fotografías y añadirlas al tablero.
- **Añadir texto:** la herramienta de texto permitirá añadir una frase introducida por el usuario al tablero.
- **Añadir icono:** esta herramienta permite añadir al tablero iconos para complementar a los pictogramas, textos o imágenes.
- **Importar y exportar:** estas herramientas ayudarán al usuario a poder guardar el estado de la página y poder editarlo posteriormente.

4.3.2. Elementos

En esta sección analizaremos los principales componentes que se podrán usar en los tableros, como paso previo a su implementación.

Hemos considerado que un elemento es un componente que puede ser añadido al tablero. Distinguiremos dos tipos de componentes: los básicos que no añaden ninguna interacción, y los componentes interactivos. Estos pueden ser ajustados y añadir comportamientos específicos para el usuario que utilice el tablero creado.

- **Picto:** el elemento picto representa un pictograma junto a su nombre asociado. Cuenta con la opción de poder modificar algunas características del pictograma, como indicar un tiempo verbal. Si el pictograma muestra a una persona, también se puede cambiar el color de pelo y tono de piel.

- **Foto:** el elemento foto permite añadir imágenes tanto a partir de una URL como las que suba el propio usuario. Esta ha sido una de las características más demandadas por los usuarios. El permitir añadir fotos abre multitud de posibilidades, como la de poner fotos de la familia, mostrar localizaciones habituales como la cocina e identificar objetos personales que no se representan tan fielmente mediante un pictograma (por ejemplo un juguete específico o la portada de su libro favorito). Esto facilita al usuario final relacionar conceptos al mostrar figuras que le sean familiares.
- **Figuras:** las figuras sirven para ordenar, enfatizar o decorar el tablero. Por ejemplo, una línea puede ser usada para dividir el espacio de trabajo en secciones, relacionar dos pictogramas o incluso marcar un espacio donde escribir una respuesta si se va a imprimir el tablero. Pese a la simplicidad de las figuras, sus posibilidades son muy amplias según la creatividad de quien crea el tablero.
- **Campos de texto:** Los campos de texto podrán ser insertados en el tablero de la aplicación. Estos campos de texto podrán ser editados permitiendo cambiar el color del texto y aumentar la fuente.

Hay algunos elementos que tras el análisis de los prototipos decidimos que no iban a aportar lo suficiente en la aplicación o que incrementarían innecesariamente la complejidad. Estos elementos descartados fueron:

- **Pantallas de normas y cuentos predefinidos:** El principal motivo es su falta de flexibilidad, es decir, que si la aplicación no permite crear un cuento o un listado de reglas con sus propias herramientas, tampoco permitirá crear otro tipo de material. Por ello nos hemos decantado por herramientas que ofrecieran más posibilidades al usuario. Otro motivo era que no todos los usuarios querían por ejemplo que las normas aparecen de una misma manera, como si fuese un listado, por lo que es imprescindible ofrecer la mayor libertad posible al usuario.
- **Cajón de pictogramas:** El cajón de pictos es un apartado al margen del tablero donde aparecen un conjunto de pictogramas que el usuario debe mover a alguna posición. El hueco donde vayan los pictogramas que se encuentren en el cajón de pictogramas puede ser modificado y aceptar unos u otros. Esto puede ser utilizado como test sencillo de hacer y usar.
- **Subtablero:** El subtablero es un componente que a simple vista parece un pictograma pero, al ser pulsado, despliega un tablero que contiene otros pictogramas. Este concepto es originario de Piktoplus pero actualmente no cuenta con soporte y puede ser de utilidad para añadir más pictogramas en el mismo espacio.
- **Plantillas:** Tras comentarlo en las reuniones, no se centró mucha atención en este apartado, pues ya estaba muy explorado por la aplicación Pictableros (Sección 2.3.5).
- **Log In:** El principal motivo de su descarte fue el no poder garantizar en un primer momento la total seguridad de los tableros creados. Otra de las características del proyecto es la inclusión de imágenes que pudiera subir el usuario, con la responsabilidad añadida de estar manejando imágenes de

menores de edad. Estos fueron los motivos por los que optamos por una modalidad sin necesidad de servidor, donde los documentos generados se guardan en el ordenador.

- **Selección de idioma:** Fue una idea descartada al principio del desarrollo, en vista de que la gran mayoría de las aplicaciones existentes ofrecían soporte en multitud de idiomas. Pero no se llevó a cabo para centrarnos en otros aspectos de mayor relevancia en el contexto del trabajo.

4.4. Reglas de diseño

Para asegurar un correcto desarrollo de las distintas funcionalidades que se encuentren en la aplicación, se tendrá en cuenta las ocho reglas de oro de Ben Shneiderman¹. A continuación serán enumeradas:

- **Coherencia:** se ha de utilizar los mismos tipos de patrones de diseños en toda la aplicación. Esto incluye los colores, el tipo de letra utilizado, la posición de los botones, etc. Esta regla es de vital importancia ya que facilita al usuario familiarizarse con la interfaz.
- **Usabilidad universal:** ha de tenerse en cuenta que la aplicación la pueden utilizar distintos tipos de usuario. A los usuarios más avanzados se les ha de dar la oportunidad de utilizar funciones más complejas frente a los usuarios principiantes.
- **Retroalimentación informativa:** se ha de informar a los usuarios en todo momento de las acciones realizadas de manera visual, por ejemplo mediante cuadros de diálogo.
- **Diseñar diálogos para conducir la finalización:** las acciones que requieren de unas ciertas secuencias deberán estar bien organizadas para informar al usuario sobre el momento del proceso en el que se encuentra. Es importante que tengan una etapa de comienzo, otra de desarrollo y por último una de finalización.
- **Prevenir errores:** se ha de diseñar la interfaz de la aplicación de tal manera que los usuarios cometan el menor número de errores posible. Un ejemplo recurrente es deshabilitar botones o menús. En caso de que ocurra un error se deberá informar al usuario indicando el fallo y las posibles soluciones.
- **Permitir deshacer acciones de forma fácil:** todas las acciones que se realicen en la aplicación deben de ser reversibles. Esto permite a los usuarios realizar acciones sin temor a no poder revertir los cambios realizados.
- **Maximizar la sensación de control:** las acciones no deberían de superar los tres clics. No hay problema si el número es superior siempre y cuando el usuario sepa en todo momento las acciones que está realizando.

¹<https://www.interaction-design.org/literature/article/shneiderman-s-eight-golden-rules-will-help-you-design-better-interfaces>

- **Reducir la carga de memoria a corto plazo:** es importante que la información que se muestre al usuario sea breve y concisa. Además también es importante agrupar todas aquellas funcionalidades similares para reducir la carga de memoria del usuario.

Capítulo 5

PictUp! Arquitectura e implementación

5.1. Introducción

Una vez especificados las características y requisitos a implementar, se pudo empezar a desarrollar la arquitectura de la aplicación y la implementación de dichas características. Desde un primer momento, se determinó que la aplicación tendrá una barra de herramientas donde se incluirán distintas funcionalidades como buscar pictogramas o realizar traducción de frases. Asimismo se incluirá una cuadrícula donde se podrán poner sobre ella los distintos elementos de los materiales pictográficos. El conjunto de estas funcionalidades permitirá crear tableros pictográficos. A continuación se explicará la jerarquía utilizada en la aplicación, las funcionalidades y los ítems disponibles.

5.2. Arquitectura

La arquitectura de PictUp! puede distinguirse a dos niveles. A nivel interno se especificará la arquitectura de un componente de React, pues todos ellos cuentan con un diseño similar. A nivel externo, se especificará cómo las distintas componentes desarrolladas interactúan entre ellas y se verá un esquema de la jerarquía de éstas.

5.2.1. Arquitectura interna

La aplicación está compuesta principalmente por componentes¹ de React, los cuales son clases que deben contar obligatoriamente con un método `render()` y de manera opcional puede contar con el objeto `state`². El objeto `state` permite almacenar distintas variables. La principal característica de este objeto es que al

¹<https://reactjs.org/docs/react-component.html#gatsby-focus-wrapper>

²<https://reactjs.org/docs/faq-state.html#what-does-setstate-do>

actualizar el valor de cualquiera de sus variables definidas en su interior, el componente vuelve a renderizarse. Para actualizar el valor de cualquier variable del `state`, ha de realizarse mediante el método `setState()`. Este método se realiza de manera asíncrona, por lo que los valores de `state` generalmente van ligados a datos que serán mostrados en el método renderización. De esta manera, `state` será de gran ayuda para actualizar la interfaz con la que interactúa el usuario. Los componentes pueden tener variables fuera del objeto `state` si no se va a utilizar para la renderización.

El método `render()`³ se encarga de renderizar el html del componente. Dentro del render se podrán incluir los atributos que se hayan definido en el `state` u otros elementos como botones, selectores o campos de texto. La característica principal que ofrece este método de React es que si se modifica un atributo del `state` del componente, automáticamente se mostrará en el navegador en nuevo valor que haya tomado. Otra característica que ofrece React es poder llamar desde el render a funciones externas dentro del componente que se encargan de devolver el fragmento html deseado. Esto sirve para organizar mejor el contenido y crear render condicionales, es decir, mostrar un contenido u otro en función de los valores que tomen un atributo del `state`. Además también se puede incluir dentro de la función render otros componentes de React, que pasará a ser el componente hija que puede recibir parámetros de entrada o salida mediante `props`. Las `props` son atributos de React que permiten enviar información entre componentes padres e hijos. Para acceder a los parámetros enviados desde el componente padre se hará utilizando `this.props`⁴.

5.2.2. Arquitectura externa

Una vez vista la estructura de un componente, se puede ver en la Figura 5.1 la pantalla principal de PictUp!, la cual está compuesta por multitud de componentes. Estos son agrupados y gestionados mediante el componente Main. Como se puede ver en dicha Figura, se pueden distinguir varios apartados bien diferenciados:

- **Navbar:** se encuentra en la zona superior y en ella vemos el nombre de la aplicación junto con su imagen. También se incluye información de contacto.
- **Barra de Herramientas:** en la zona izquierda de la aplicación se agrupan todas las herramientas disponibles. Estas son componentes que ofrecen una interfaz al usuario para añadir elementos a la cuadrícula. Algunas de estas herramientas cuentan con pantallas auxiliares en forma de modal, como es el caso de búsqueda de pictogramas o la función de descargar tablero. Cada una de las herramientas pueden retornar elementos con representación en la cuadrícula, los cuales serán denominados ítems. La información asociada a cada uno de estos ítems serán almacenados en el `state` de Main dependiendo de su tipo.
- **Tablero:** es el componente que mayor espacio abarca de la página, siendo la zona donde se desplazarán los elementos generados por las herramientas. El tablero se muestra en forma de cuadrícula. Sobre ésta se colocarán los ítems que tenga almacenados Main en su `state`. Como se puede ver en la Figura

³<https://es.reactjs.org/docs/rendering-elements.html>

⁴<https://es.reactjs.org/docs/components-and-props.html>

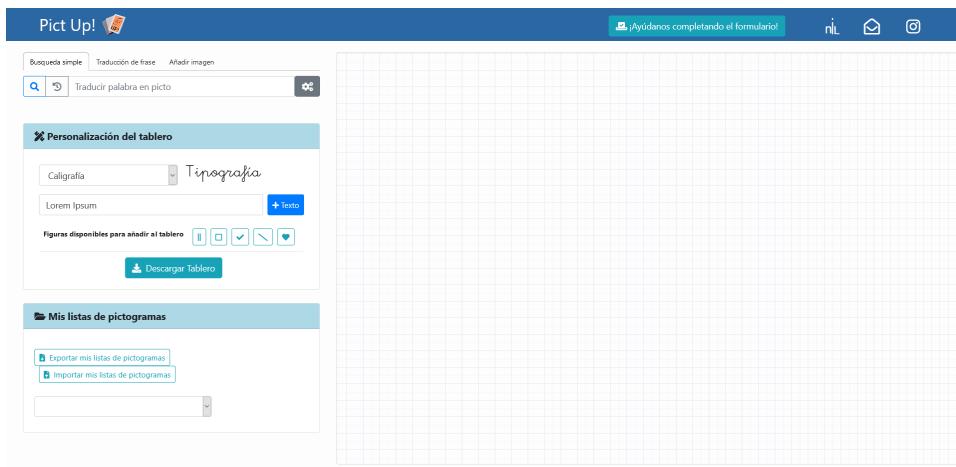


Figura 5.1: Vista inicial de PictUp!

5.2 existen distintos tipos de ítem, como pictograma, texto o ícono. Cada ítem está adecuado en función del tipo de contenido que se vaya a mostrar. Asimismo, los ítems cuentan con funcionalidades que les permiten cambiar sus propiedades. Por ejemplo, el que representa texto podrá modificar el tamaño de letra y contenido.

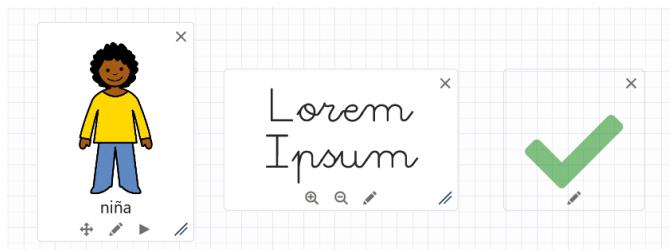


Figura 5.2: Ejemplos de Ítems

Para esquematizar cómo interactúan la distintas componentes, la Figura 5.3 se representan las distintas componentes de la aplicación y cómo se relacionan entre sí.

5.2.3. Cuadrícula

En esta sección se explicará el funcionamiento en detalle de la cuadrícula. Para facilitar la tarea de desplazar elementos en un espacio, el proyecto de la cuadrícula fue clonado del proyecto *dnd-a11y-patterns*⁵ que contaba con componentes que permitían desplazarse de distintas maneras. Cuenta con una licencia BSD 3-Clause que permite libertad de modificación y distribución.

⁵<https://github.com/salesforce-ux/dnd-a11y-patterns>

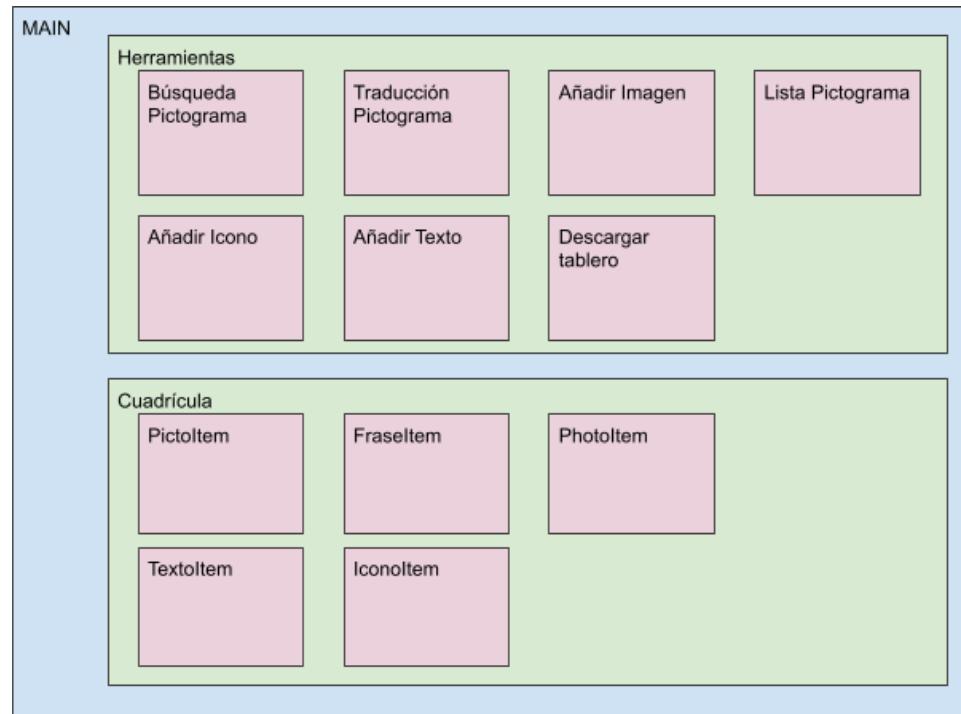


Figura 5.3: Diagrama de los componentes de la aplicación.

El empezar desde este proyecto facilitó el tratamiento de eventos de desplazamiento (Drag and Drop), los cuales iban a ser de gran importancia para mover los distintos ítems de la aplicación. Además de gestionar estos eventos, cuenta con muchos parámetros que han sido modificados, como el ancho y alto inicial de cada ítem o la posibilidad de mantener la proporción de un ítem al ser redimensionado.

El componente de cuadrícula o canvas es una cuadrícula de la cual se puede modificar su tamaño mediante la cantidad de filas y columnas y el intervalo en píxeles entre estas. El tamaño de la cuadrícula fue ajustado para que abarque el mayor ancho y alto posible teniendo en cuenta el espacio reservado para la barra de herramientas. Sobre esta componente canvas se colocarán otros componentes, que serán los ítems.

Los ítems son elementos que se pueden colocar sobre la cuadrícula de la aplicación y permiten ser desplazados y redimensionados. Al haber distintos tipos de ítems cada uno de ellos mostrará el contenido de distintas maneras. Por ejemplo, los PictoItem tendrán en su interior una imagen del pictograma mientras que el TextoItem simplemente tendrá un texto. Dado que los ítems se encuentran dentro de la clase cuadrícula, reciben atributos tales como el intervalo de la cuadrícula. Esto permitirá a los ítems desplazarse en función de dicho intervalo, ayudando al usuario a mover y redimensionar los ítems con mayor precisión. Al existir distintos elementos que se pueden colocar en la cuadrícula (pictos, fotos, figuras, texto, etc), cada uno cuenta con su propio ítem que los representa (PictoItem, FotoItem, FigureItem, etc).

Cada ítem cuenta con un renderizado y funcionalidades adecuadas para cada

elemento. La mayoría de estos ítems tienen en común los botones visibles en la Figura 5.4, como desplazar y redimensionar (los cuales habilitan la utilización de las teclas del teclado para realizar estas dos acciones con una mayor precisión), y otro botón en la esquina superior derecha para eliminar el pictograma de la cuadrícula. Cuando se pulsa, se envía al componente padre el ítem seleccionado para ser eliminado de la lista donde se encuentre.

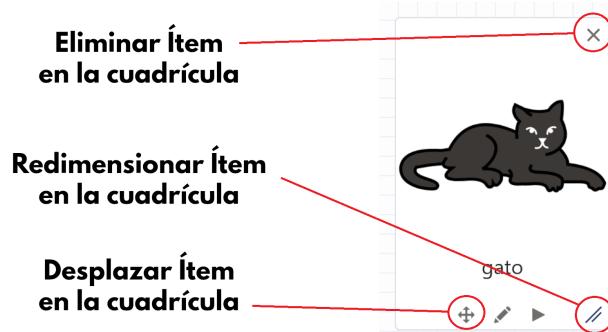


Figura 5.4: Ejemplo de botones de redimensionamiento y desplazamiento.

Una vez explicado cómo funciona a nivel interno la aplicación, se procederá a explicar el funcionamiento de las distintas herramientas y las posibilidades que ofrecen. En caso de que una herramienta cree un ítem en la cuadrícula, se explicarán sus opciones y posibilidades. Asimismo se especificarán las reglas de diseño utilizadas en cada una de ellas (ver Sección 5.4.2).

5.3. Buscador de pictogramas

El buscador de pictogramas es la herramienta que muestra los distintos pictogramas que se asocian a una palabra mediante la API de *ARASAAC*. Como se puede ver en la Figura 5.5, el componente, aparte de contar con el buscador identificado mediante el ícono de la lupa, también tiene un historial que almacena los pictogramas recientemente añadidos asociado al ícono del reloj. Además, a la derecha del buscador se encuentra la opción de preajuste de pictogramas identificado con el ícono de los engranajes. Estas dos opciones son muy convenientes de cara a añadir un pictograma al tablero.

Para empezar se va a explicar cómo está estructurado el componente de búsqueda de pictogramas. En la variable `state` del componente se almacenará:

- La palabra de la que se quiere obtener sus pictogramas.
- Los pictogramas encontrados por la consulta.
- El preajuste de los pictos, donde se especifica cómo se van a mostrar los pictogramas.

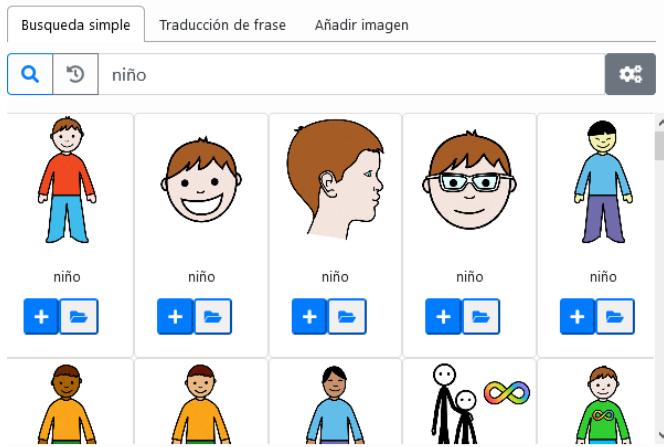


Figura 5.5: Vista del componente de búsqueda de pictogramas

- Flags de control, para indicar si se ha completado la búsqueda, está abierto el modal, o si se ha seleccionado el historial.

Respecto a las funciones que abarca el componente, se pueden distinguir tres tipos: las que realizan las peticiones a la API de ARASAAC, las que gestionan los resultados de las peticiones y dos métodos de renderización. El primer método se encargará de mostrar la barra de búsqueda, que cuenta con los botones mencionados anteriormente (buscar, historial, preajuste de pictogramas) que llamarán a sus funciones asociadas. El segundo método de renderización recibe como parámetro de entrada una lista de pictogramas y los mostrará junto a los botones para añadirlas a la cuadrícula o lista de pictogramas. A continuación se explicará el funcionamiento de estas funcionalidades.

5.3.1. Búsqueda

Al pulsar sobre el ícono de la lupa o pulsar intro se lanza la consulta a la API de ARASAAC por el método `bestSearch` mediante Fetch⁶. El fetching puede realizar y recibir peticiones en JavaScript de manera asíncrona de manera sencilla. De esta manera, hasta no recibir una respuesta en forma de JSON con la lista de pictogramas, no se enviará al método de renderización de pictogramas.

Cuando llegue dicha lista a este método, será cuando se use el preajuste para que la apariencia de los pictogramas sea de acuerdo a lo marcado por el usuario. En la Sección 5.3.2 se explica en detalle cómo se obtiene y modifica la URL que se muestra. Con la URL creada, se mostrarán los pictogramas devueltos por la API. El método de renderización añade a cada pictograma dos botones: añadir a la cuadrícula y guardar en una lista de pictos. En ambos casos se enviará el pictograma a el componente padre donde será tratado de maneras distintas. Respecto a cómo será tratado el pictograma al añadirlo a una lista se verá detalladamente en la Sección 5.6 (Lista de Pictos).

⁶https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/Fetch_API/Using_Fetch

En caso de añadirlo a la cuadrícula, primero guardará el pictograma en el historial de pictos y posteriormente se enviará a el componente padre (dragOnCanvas). Éste recibiría el pictograma que ha devuelto la API de ARASAAC junto a sus parámetros y el preajuste aplicado a dicho picto. Antes de ver el funcionamiento del nuevo ítem que aparecerá en la cuadrícula, es importante conocer el funcionamiento del preajuste y el historial.

5.3.2. Preajuste

La manera de obtener la dirección URL de una imagen tiene dos maneras de abordarse. En un primer lugar se podría poner simplemente la URL “<https://api.arasaac.org/api/pictograms/>” junto al identificador del pictograma. De esta manera simplemente se mostraría el pictograma pero perderíamos la valiosa posibilidad de editar un pictograma que ofrece ARASAAC.

Para poder optar a las modificaciones, se ha de modificar la URL de una manera concreta. Desde la propia API se especifican los atributos modificables que se pueden aplicar a todos los pictogramas:

- **action**: Añade una flecha para indicar que una acción se da en el futuro o en el pasado.
- **plural**: Añade un “+” en la esquina superior derecha.
- **nocolor**: Muestra el pictograma en blanco y negro.

Existen otras dos modificaciones que solo son aplicables a los pictogramas cuyos parámetros “hair” y “skin” estén marcados como “true”.

- **hair**: Si un pictograma tiene pelo su color puede ser uno de entre seis colores posibles asociado a su valor hexadecimal: moreno, rubio, pelirrojo, etc.
- **skin**: Si el pictograma contiene una persona se puede modificar el tono de piel de entre cinco posibles, especificados mediante su valor hexadecimal.

Es aquí donde entra en acción el preajuste de pictogramas, ofreciendo al usuario una interfaz donde modificar la apariencia de los pictogramas que se buscan y posteriormente se añaden. Al pulsar sobre el botón del engranaje, visible en la barra de búsqueda de la Figura 5.5, se abre el modal que se ve en la Figura 5.6. El modal en sí es otra componente que recibe como parámetro de entrada los preajustes ya establecidos y devuelve los nuevos preajustes. Los preajustes son los atributos vistos anteriormente: color de pelo, tono de piel, color y plural.

La interfaz del modal consiste en dos filas. La primera para los checkbox que marcan las opciones de plural y color, las cuales pueden estar activadas o desactivadas. La segunda fila es para elegir una de entre las distintas opciones de color disponibles tanto para el tono de piel como para el color de pelo. Están dispuestos de esa manera ya que si se marca algún checkbox, los botones radiales desaparecen. Esto se debe a que no es posible tener por ejemplo, un pictograma sin color y color de pelo rubio, previniendo así combinaciones que no estén disponibles.

A la izquierda cuenta con una previsualización para que el usuario conozca cómo afectan los atributos seleccionados al pictograma. Una vez el usuario esté conforme con los cambios, se envían al componente búsqueda de pictogramas las opciones seleccionadas.



Figura 5.6: Vista del modal del preajuste de pictos con las opciones color de pelo rubio y piel morena marcadas.

Respecto a la construcción de las URLs se realiza de la siguiente manera:

1. Se parte de la URL `https://static.arasaac.org/pictograms/id/id + {options} + _500.png`. En la variable `options` se añadirán las opciones que modifiquen al pictograma.
2. Dichas opciones deben estar en un orden concreto utilizando los valores obtenidos del preajuste y el pictograma a crear. Por ejemplo, si se va a crear la URL del pictograma “avión”, los ajustes relacionados con el color de pelo o piel no se aplicarían, ya que el picto no lo permite.
3. Un resultado posible para `option` sería: `_action-future_hair-020100_skin-A65C17`. El significado de cada etiqueta:
`_action-future` añade la flecha en la esquina superior derecha indicando futuro y `hair`, y `skin` van asociados a su color hexadecimal correspondiente obtenido del preajuste. Si la etiqueta de `hair` fuera antes que la de `skin`, la URL creada no funciona. De ahí la importancia del orden.
4. La URL creada se usa en cada pictograma mostrado en función de los preajustes, tal y como se puede observar en la Figura 5.7.

5.3.3. Historial de pictos

Al añadir un pictograma al tablero, dicho pictograma se guarda en el historial que se mantiene entre sesiones. Para ello se ha utilizado `LocalStorage`⁷, el cual almacena una lista en la variable “`recentPictos`”. Dicha lista está compuesta por el objeto devuelto por la API de ARASAAC parseado a `string`, ya que los valores almacenados en `LocalStorage` solo pueden estar en formato `UTF-16 DOMString` que utiliza dos bytes por carácter.

Al pulsar sobre el botón de historial se cargarán y mostrarán todos los pictogramas encontrados en `recentPictos`. En caso que el historial esté vacío, se mostrará un mensaje indicándolo. Al igual que en el caso de la búsqueda, los pictogramas del

⁷<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Window/localStorage>

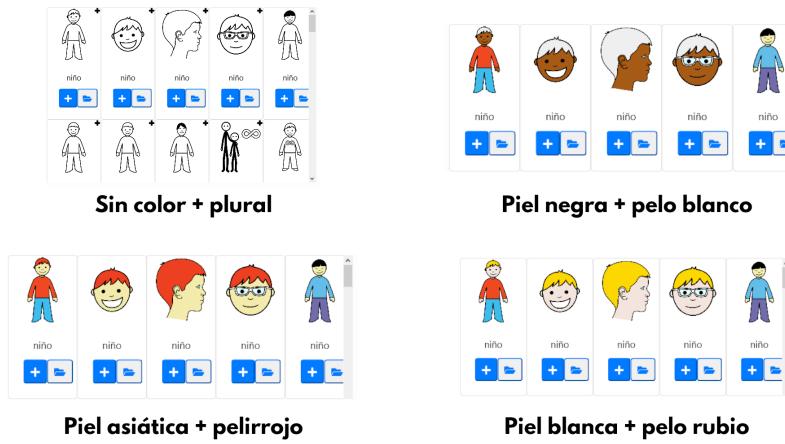


Figura 5.7: Ejemplos de tipos de distintas combinaciones de preajuste

historial se podrán añadir al tablero o a una lista, y son susceptibles del preajuste de pictogramas.

Es importante destacar que al realizar las pruebas se puso un límite a los pictogramas que se pudieran guardar en el historial. A partir de 300 aparecen pérdidas de rendimiento llegando a detener momentáneamente la página, motivo por el cual se redujo a 50.

5.3.4. PictoItem

PictoItem es el componente asignado para representar un pictograma en la cuadrícula. En la Figura 5.8 se puede ver su representación en el tablero: la mayor parte del componente lo abarca el pictograma, y debajo está su nombre. Las funcionalidades que tiene este PictoItem son la de editar el picto mediante el botón del lápiz y la de reproducir el sonido de su texto asociado mediante el botón *play*. Respecto a su estructura interna, en su `state` almacena el objeto picto obtenido anteriormente de la API de ARASAAC, el preajuste asignado y `flags` que indican si su modal de edición de picto es visible o no.

A continuación se detallarán las funcionalidades que ofrece PictoItem.

5.3.4.1. Editar Picto

Tiene un funcionamiento igual al de preajuste de picto aunque se han añadido dos opciones más. Tal y como se puede ver en la Figura 5.9, éstas son el selector de tiempo verbal y borde. El motivo de aparición de estas dos opciones en este modal y no en el preajuste es la de no abrumar al usuario. El Borde puede ser de utilidad para los usuarios que quieran resaltar el tipo de pictograma mediante un color. El selector de tiempo verbal sirve para indicar si una acción toma lugar en presente, pasado o futuro.



Figura 5.8: Vista de un PictoItem en la cuadrícula con preajuste de pelo y piel.

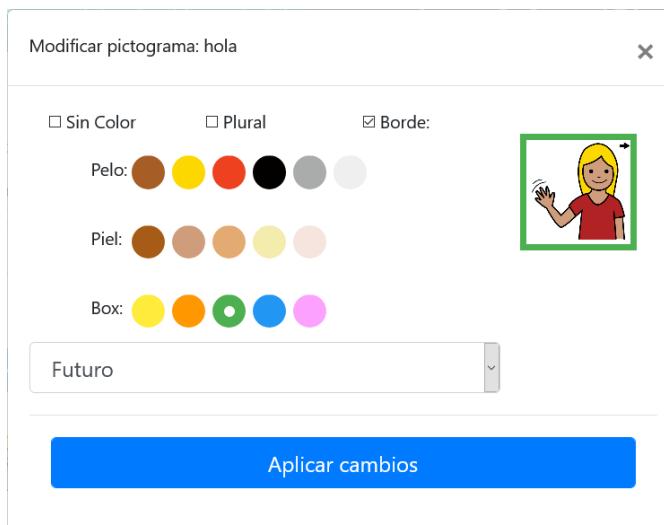


Figura 5.9: Vista de la interfaz del modal que muestra una edición de pictogramas con más opciones. En este caso, se ha seleccionado el tiempo futuro y el borde verde.

5.3.4.2. Reproducir sonido

La función del botón es la de reproducir mediante audio el nombre del pictograma. Como se ha visto anteriormente, los pictogramas devueltos por la API pueden contar con locución si se consulta el parámetro “*hasLocution*”. En caso de contar con locución, se accede a la URL⁸ que contiene la pista de voz asociada y se reproduce.

⁸<https://privateapi.arasaac.org/api/locutions/es/>

En caso de no contar con locución se ha usado *SpeechSynthesisUtterance*⁹ para que haga una función similar en el resto de pictogramas. Está configurada para que sintetize la voz en español y es compatible con todos los navegadores modernos.

5.3.5. Reglas de diseño de usabilidad

Las reglas de diseño utilizadas en esta funcionalidad han sido:

- **Coherencia:** esta herramienta hace usos de iconos para ayudar al usuario de una manera visual a saber que acción va a realizar. Los iconos utilizados son: una lupa para realizar la búsqueda, un ícono al lado de la lupa para ver el historial de búsqueda y unos engranajes en la parte de la derecha para realizar el preajuste de los pictogramas.

También se utilizan los íconos de “+” para añadir el pictograma al tablero y el ícono de la carpeta para añadir el pictograma a una nueva lista o a una ya creada.

En PictoItem también se utilizan íconos que representarán distintas funcionalidades sobre el pictograma. Por ejemplo, en la esquina superior derecha hay una “x” para eliminar el pictograma y en la parte inferior íconos de un lápiz para editar el pictograma y un ícono de un triángulo para reproducir la palabra. Algunos íconos como la “x” o el ícono del lápiz también serán utilizados por otros ítems y estarán en las mismas posiciones y harán funciones similares. Esto se hace para crear uniformidad y ayudar al usuario a familiarizarse con la aplicación.

- **Usabilidad universal:** el principio de usabilidad reconoce las necesidades de los distintos tipos de usuarios ya sean nuevos o expertos en la aplicación. Esto queda reflejado en el apartado de búsqueda de pictogramas con la opción de preajuste de pictogramas. Por ejemplo, un usuario en la aplicación añadiría un pictograma al tablero y después lo editaría, pero mediante el preajuste permite añadir varios pictogramas sin tener que editarlos individualmente.
- **Retroalimentación informativa:** el usuario, tras realizar la búsqueda, verá visualmente todos los pictogramas cuyo significado coincide con la palabra a buscar. También tras pulsar el botón “+” sobre un pictograma, este automáticamente se añadirá al tablero.
- **Permitir deshacer acciones de forma fácil:** en caso de escribir mal la palabra al realizar la búsqueda el usuario podrá borrarla y volver a escribirla correctamente para buscar los pictogramas que correspondan con esa palabra.

5.4. Traducir frase a pictogramas

La herramienta de traducción de frase a pictograma se encuentra en la segunda pestaña que agrupa las herramientas para añadir pictogramas e imágenes, tal y como se puede ver en la Figura 5.10. Cuenta con un ítem propio llamado FraseItem,

⁹<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/SpeechSynthesisUtterance>

que agrupa los pictogramas de la traducción para ser desplazados en bloque por la cuadrícula.

La traducción de frase a pictogramas, como su nombre indica, ofrece una interfaz que permite al usuario escribir una frase y recibir la traducción en pictogramas. Nuevamente, en la Figura 5.10 se puede ver la interfaz inicial de la traducción a frase, muy similar a la vista en la búsqueda de picto en la Figura 5.5.



Figura 5.10: Interfaz inicial Traducción frase a pictograma.

La traducción es realizada mediante la API de ARASAAC. Aunque no cuenta con una traducción dedicada a frases, se traduce el texto palabra a palabra de la frase escrita. Por cada palabra se realizará una búsqueda que devolverá entre 0 o más pictogramas. Inicialmente la traducción se iba a realizar mediante la API de accesibilidad del grupo NIL, que cuenta con una función dedicada a la traducción de frases a pictogramas. En la Sección 5.10.1 se explicará por qué no ha sido utilizada.

El resultado de la traducción no está fijado a un pictograma concreto por palabra, sino que puede haber varios. Es por ello que se devuelven de un modo u otro varios pictogramas posibles por cada palabra de la frase. En la Figura 5.11 se puede ver cómo la interfaz permite navegar entre los pictogramas alternativos mediante dos botones. Estos botones permiten avanzar y retroceder entre los pictogramas alternativos que se muestran por cada palabra. Por último destacar que el botón “Colocar al tablero” no se activa hasta que no hay una frase traducida, como se puede ver en las Figuras 5.10 y 5.11.

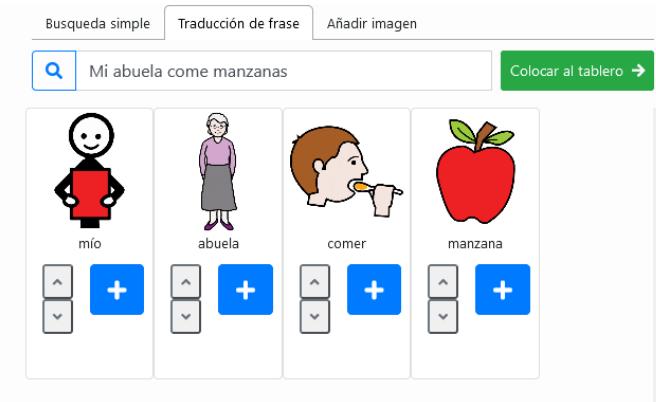


Figura 5.11: Resultado de la traducción de una frase

El componente también permite añadir los pictogramas de manera individual al pulsar sobre el botón “+”, tal y como sucedía en búsqueda de pictograma. En caso de que se pulse sobre “Colocar al tablero”, se colocarán en el tablero todos los pictogramas juntos en un único elemento FraseItem.

5.4.1. FraseItem

Como se puede ver en la Figura 5.12 este tipo de ítem agrupa todos los pictogramas recibidos de la traducción. De esta manera el usuario, para desplazarlo por el tablero, no tiene que mover cada pictograma de manera individual. Este ítem cuenta además con la posibilidad de ocultar pictogramas ya que el usuario podría no querer que se muestre alguno. Para ello se ha de presionar en el botón de edición con el icono del lápiz.



Figura 5.12: Vista de FraseItem en la cuadrícula

Al ser presionado aparecerá un nuevo modal como se ve en la Figura 5.13. Está compuesto por una previsualización de la frase en la parte superior, y en la parte inferior los pictogramas que componen la frase junto al botón que permite esconderlos o mostrarlos. Dicho botón cambiará de apariencia según el estado de visualización del pictograma. Si es visible el botón representa un ojo en azul, y en caso contrario se representará mediante un ojo tachado en rojo ocultando el pictograma de la previsualización superior. Al presionar alguno de ellos, se actualiza la previsualización. Por último, debajo existe un campo de texto donde se puede editar el contenido de la frase. En la Figura 5.14 se puede ver un ejemplo de cómo quedaría el ítem tras aplicar los cambios.

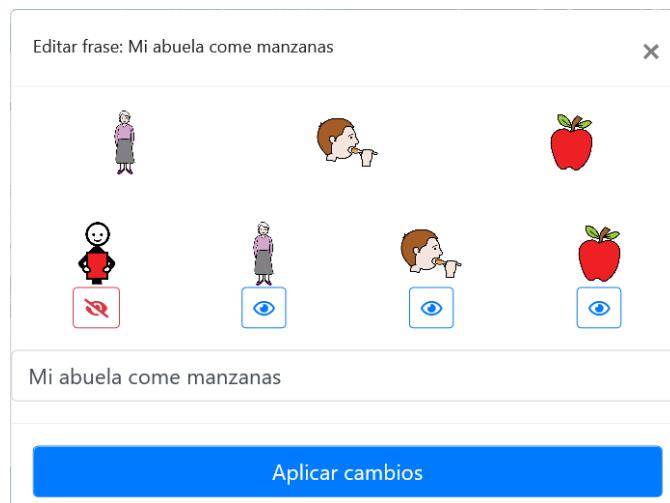


Figura 5.13: Vista del modal de edición del FraseItem



Figura 5.14: FraseItem tras aplicar los cambios

5.4.2. Reglas de diseño de usabilidad

Las reglas de diseño utilizadas en esta funcionalidad han sido:

- **Coherencia:** al igual que en el buscador de pictogramas se utiliza el icono de la lupa para realizar la traducción de la frase. También se utilizan unas flechas como iconos para ver todos los pictogramas asociados a cada palabra, y al igual que en el buscador de pictogramas se incluye el icono “+” para añadir individualmente un pictograma.
- **Retroalimentación informativa:** tras pulsar el botón para realizar la traducción de la frase se le mostrará al usuario todos los pictogramas asociados a las palabras de la frase. También si el usuario pulsa sobre las flechas de un pictograma se le mostrarán otros pictogramas con un significado similar permitiendo así escoger el que más le guste al usuario. Por último, tras haber realizado una traducción de una frase y al pulsar sobre el botón para colocarla en el tablero, la frase se añadirá al tablero informando de esta manera que la acción se ha realizado correctamente.
- **Prevenir errores:** para evitar que el usuario añada una frase vacía al tablero, el botón de “Colocar al tablero” se habilitará cuando se haya realizado una traducción. Tras borrar la frase en el campo de texto el botón se volverá a deshabilitar.
- **Permitir deshacer acciones de forma fácil:** si el usuario escribe mal la frase a traducir siempre podrá corregir los errores de escritura y realizar la traducción de la frase. También podrá eliminar la fraseItem del tablero pulsando sobre el icono “+” de su interior.

5.5. Añadir imagen al tablero

Añadir una imagen al tablero se encuentra en la tercera pestaña que agrupa todas las herramientas que añaden pictogramas o fotos a la cuadrícula. Como se puede ver en la Figura 5.15, su interfaz inicial consiste en un simple botón que carga una imagen del explorador de archivos del dispositivo. Está especificado que solo acepte archivos de tipo imagen, previniendo así posibles errores del usuario.

Al cargar la imagen correctamente, tal y como se puede ver en la Figura 5.16, se mostrará:

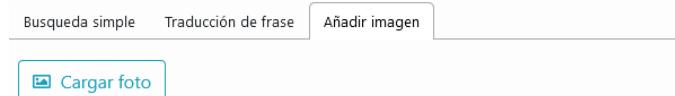


Figura 5.15: Interfaz inicial al añadir una imagen al tablero

- Una previsualización de la imagen.
- Un campo de texto para añadirlo debajo de la imagen.
- Un botón para añadir la imagen a la cuadrícula.

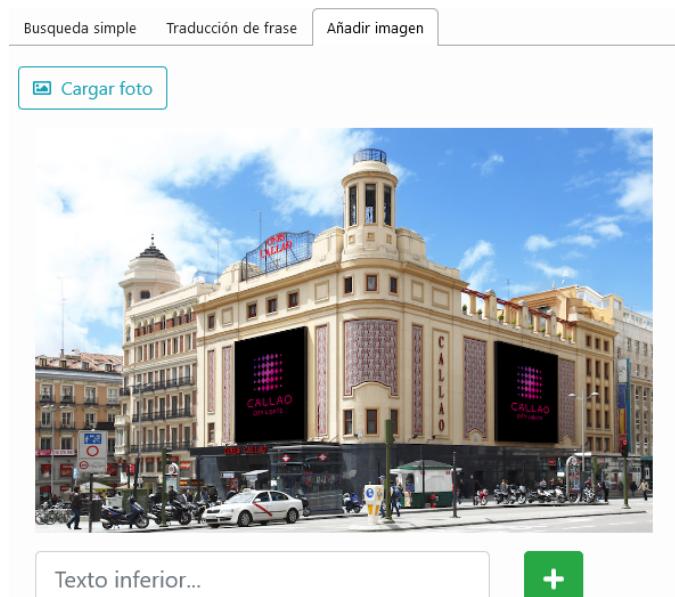


Figura 5.16: Vista de la Interfaz al cargar una imagen

Al presionar el botón de añadir, antes de enviar la información de la foto, se obtiene su valor de alto y ancho en píxeles. Estos datos serán utilizados para conocer la proporción de la imagen. Respecto al acceso a los datos de la foto, se realiza por una URL que funciona únicamente en la sesión vigente generada mediante `URL.createObjectURL`¹⁰.

Al enviar la información de la foto a la capa superior se envían los siguientes parámetros:

- URL de la imagen.
- Ancho y alto en píxeles.
- Texto inferior. En caso de no haber sido escrito nada, se enviará vacío.

¹⁰<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/URL/createObjectURL>

Se estudiaron otras maneras de cargar las imágenes, como importarlas desde Google Drive o un archivo zip. Sin embargo fueron descartadas. En la Sección 5.10.3 se especificarán los motivos.

5.5.1. PhotoItem

Su representación en el tablero es la imagen dentro del ítem. El ancho y alto del ítem es proporcional a la imagen original, como se calculó anteriormente.

Respecto al texto inferior, se puede ver en la Figura 5.17 que puede aparecer o no. Si se ha recibido un texto inferior, éste aparecerá en un espacio reservado para él debajo de la imagen. En caso contrario la imagen abarcará la totalidad del ítem.



Figura 5.17: Ejemplos de PhotoItem con y sin texto

En la Figura 5.18 se ejemplifica qué pasaría si en vez de calcular la proporción de la imagen, se dejara siempre con un ancho y alto fijo apareciendo espacios en blanco.

5.5.2. Reglas de diseño de usabilidad

Las reglas de diseño utilizadas en esta funcionalidad han sido:

- **Coherencia:** como en las otras herramientas, se hace uso de iconos para proporcionar al usuario una manera más simple y visual de la acción va a realizar. Un ejemplo de ícono utilizado es el botón con el “+” para añadir la imagen al tablero. Al igual que en otros items como PictoItem o FraseItem el componente PhotoItem también tiene un ícono “x” para poder ser eliminado del tablero.
- **Retroalimentación informativa:** tras pulsar sobre el botón “Cargar foto” y seleccionar una imagen, se mostrará en la parte de abajo una previsualización de la imagen. Esto permite al usuario ver si la imagen seleccionada es la correcta. También podemos ver que esta regla se cumple al pulsar sobre el botón con el ícono “+”, el cual añadirá al tablero la imagen seleccionada.
- **Permitir deshacer acciones de forma fácil:** tras cargar una imagen y no ser la deseada por el usuario, este podrá volver a seleccionar una nueva imagen que posteriormente se previsualizará. También se podrá eliminar un PhotoItem que ya esté añadido en el tablero pulsando sobre el ícono “+” de su interior.



Figura 5.18: Ejemplo de PhotoItemn si no se mantuviera la proporción según el tamaño de la imagen

5.6. Listas de pictogramas

Esta herramienta permite crear distintas listas donde el usuario podrá añadir los pictogramas que deseé. Para implementar esta herramienta se necesita tener una estructura donde se guarde el nombre de cada una de las listas y todos los elementos PictoItem que contenga.

5.6.1. Añadir y crear a una lista

Para crear una lista o añadir un pictograma a una lista existente, el usuario deberá pulsar sobre el ícono de la carpeta de un pictograma tras realizar una búsqueda, tal y como se puede ver en la Figura 5.5. Tras pulsar el ícono se desplegará un modal donde dependiendo del estado de las listas mostrará un menú u otro. En el caso de que no haya ninguna lista simplemente se mostrará la opción de crear una lista donde se deberá introducir el nombre de la lista a crear, mientras que si ya había alguna lista creada se mostrará un menú con la posibilidad de añadir el pictograma seleccionado a una lista existente o crear una nueva lista. Un ejemplo de esto lo podemos ver en la Figura 5.19 donde el modal de la izquierda aparece cuando no existe ninguna lista y el de la derecha cuando ya existe al menos una lista. Además la lista mostrada en el modal de la izquierda será la última lista modificada.

Para informar al usuario de las acciones, tanto la de crear una nueva lista, como añadir un pictograma a una lista existente se han utilizado alertas (mensajes). Estas alertas a parte de dar una cierta información al usuario también sirven para tener

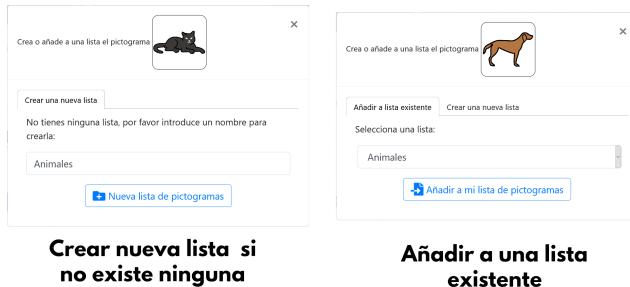


Figura 5.19: Vistas del modal con ninguna lista y al menos una, respectivamente

un cierto control de errores para que el usuario no cree dos listas con el mismo nombre o que no añada un pictograma dos veces a una lista.

- En el caso de que se haya podido realizar la acción con éxito se mostrará un pequeño mensaje descriptivo de la acción en verde (Figura 5.20).



Figura 5.20: Alerta tras añadir satisfactoriamente un pictograma a la lista

- En el caso de que la acción no se haya podido realizar correctamente se informará al usuario con un mensaje en rojo, como el que se ve en la Figura 5.21, informando al usuario el por qué no ha podido realizarla.



Figura 5.21: Alerta de acción no permitida

5.6.2. Gestión de listas de pictogramas

Otras funcionalidades que podemos encontrar en esta herramienta es la posibilidad de importar y exportar las listas creadas. Para la funcionalidad de exportar guardaremos el estado actual de las listas en un fichero con extensión “.json”. Para la generación de este documento se utilizará la función *JSON.stringify()*, la cual nos permitirá crear la estructura propia de los json y posteriormente generar el documento con ese contenido.

La funcionalidad de importar cargará el estado de las listas a partir del archivo creado anteriormente. Para ello se hará uso de la función *JSON.parse()*, la cual convertirá el json a la estructura de listas requerida. En caso de ya existir listas en la aplicación, las nuevas listas cargadas se añadirán a las ya existentes.

Por último, las listas existentes se encuentran en el apartado “Mis listas de pictogramas”, como se muestra en la Figura 5.22. Para visualizar una de ellas debemos seleccionar el nombre de esta de entre todas las disponibles. A continuación, al igual que en el apartado de búsqueda de pictograma, se mostrarán todos los pictogramas con su imagen, texto correspondiente y el botón de “+” que permite añadirlo a la cuadrícula como un PictoItem visto anteriormente.



Figura 5.22: Vista de las listas de pictogramas

5.6.3. Reglas de diseño de usabilidad

Las reglas de diseño utilizadas en esta funcionalidad han sido:

- **Coherencia:** se ha utilizado el icono de una carpeta para todas las acciones que tiene que ver con las listas de pictogramas. Este icono aparece tanto en los pictogramas devueltos tras realizar una búsqueda simple como en el apartado “Mis listas de pictogramas”. También se utilizan iconos similares en los botones de los modales, como por ejemplo en el botón para añadir una nueva lista cuyo icono es una carpeta con un más dentro, o en el apartado añadir a una lista existente donde el icono es una flecha señalando a un documento, haciendo alusión a que se va a incluir en la lista indicada previamente.
- **Retroalimentación informativa:** para informar al usuario de si una acción se ha podido realizar correctamente o no se han utilizado las alertas. Las alertas utilizadas pueden ser de dos tipos: verdes para las acciones realizadas correctamente y las rojas para las acciones que han dado algún tipo de error como crear dos listas con el mismo nombre. Éstas aparecen siempre en la parte superior de la pantalla junto con un texto descriptivo de la acción que se ha realizado para asegurar que sean vistas con facilidad.

- **Prevenir errores:** la aplicación está diseñada para prevenir que el usuario cometa un error y en caso de error sea detectado e informe con un breve mensaje describiéndolo. Este tipo de patrón se aplica en todas las acciones correspondientes a las listas de pictogramas a la hora de crear una lista, donde se comprueba que la lista tenga un nombre y no se repita con otra existente, y al añadir un pictograma a una lista donde se verifica que no se haya añadido anteriormente. En caso de error se utilizarán las alertas con un mensaje informando del problema.
- **Permitir deshacer acciones de forma fácil:** en caso de que el usuario cree una lista por error la podrá borrar desde el apartado “Mis listas de pictogramas” donde deberá seleccionar la lista creada y pulsar sobre el botón de borrar lista.

5.7. Texto

Esta herramienta permite añadir un cuadro de texto a la cuadrícula. Como opciones de personalización de texto se ofrece la posibilidad al usuario de seleccionar una tipografía entre las seis posibles. Las tipografías elegidas son las más utilizadas dentro del ámbito educativo.

Esta herramienta se puede encontrar en el apartado de “Personalización de tablero”, donde se podrán seleccionar distintas tipografías y escribir el texto que se va a añadir a la cuadrícula.

Como se puede ver en la Figura 5.23 en la parte superior se puede elegir una tipografía y a su derecha ver una previsualización de ésta. Debajo, está el campo de texto donde se escribirá la frase seguido del botón para añadirla a la cuadrícula.

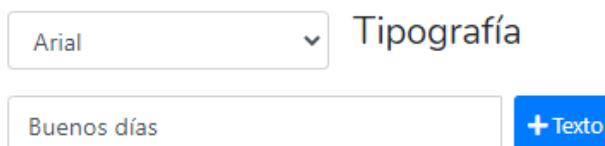


Figura 5.23: Vista de la selección de fuente y campo de texto

Para poder implementar este componente, en su estructura se guardará el texto que se vaya a añadir a la cuadrícula y la tipografía seleccionada.

A diferencia de otros elementos como los pictogramas en los que el ancho y alto del ítem era proporcional, en el texto se permite ajustar ambas propiedades de manera independiente.

5.7.1. TextoItem

Al añadir el texto a la cuadrícula, el ancho del ítem se ajustará al número de caracteres del texto. En la parte inferior del ítem como se ve en la Figura 5.24 se encuentran tres botones, dos para reducir y aumentar el tamaño de la fuente del texto y otro para editar su contenido.

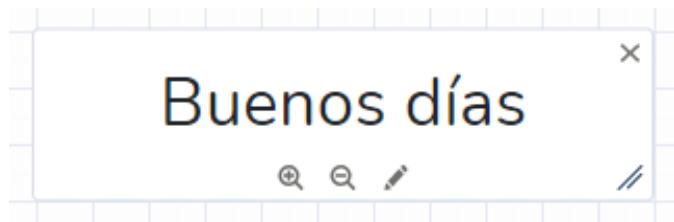


Figura 5.24: Representación del TextoItem en la cuadrícula

Al pulsar sobre el ícono del lápiz se desplegará el modal de edición de ítem. Como se ve en la Figura 5.25 cuenta con un campo donde se puede ver y editar el contenido actual del texto. Esto resultará muy útil para corregir errores ortográficos. Tras pulsar sobre el botón “Cambiar texto”, el ancho del ítem se ajustará de nuevo en función del nuevo número de caracteres.



Figura 5.25: Vista del modal para editar un TextoItem

5.7.2. Reglas de diseño de usabilidad

Las reglas de diseño utilizadas en esta funcionalidad han sido:

- **Coherencia:** un TextoItem añadido al tablero contará con múltiples botones, en la parte superior derecha tendrá una “x” para eliminar el texto del tablero y en la parte inferior dos iconos de unas lupas para ampliar o reducir la fuente del texto y un ícono de un lápiz para poder editar el contenido.
- **Retroalimentación informativa:** en el apartado de “Personalización del tablero” el usuario podrá seleccionar distintos tipos de fuentes de letras donde verá al instante un ejemplo de la fuente seleccionada. Además, cuando el usuario pulse sobre el botón de “+Texto” verá de manera instantánea el texto en el tablero de la aplicación. De esta manera se le informa al usuario de que la acción se ha realizado correctamente. También afecta a la acción de borrar el texto del tablero, ya que cuando el usuario pulse sobre el ícono “x” automáticamente se borrará del tablero.
- **Permitir deshacer acciones de forma fácil:** en caso de haber añadido el texto al tablero con una falta de ortografía el usuario podrá editar el contenido del TextoItem pulsando sobre el ícono del lápiz. También podrá

eliminar el texto del tablero en caso de que haya sido añadido por error, para esto deberá pulsar sobre el icono “x” situado en la esquina superior derecha.

5.8. Iconos

El componente icono permite añadir a la cuadrícula iconos y personalizarlos. Los iconos disponibles son: cuadrado, tick, barra y corazón, como se muestra en la Figura 5.26. El componente está formada por una estructura donde se guarda el tipo de ícono, el color y la opacidad.



Figura 5.26: Vista de los botones que añaden iconos

A la hora de mostrar los iconos en la cuadrícula hay que hacer una distinción entre el cuadrado y el resto de los iconos ya que la forma en la que se muestran es distinta.

Para generar un cuadrado se hace uso de las formas geométricas básicas que ya están implementadas en SVG. Este lenguaje de marcas permite crear figuras geométricas y personalizar su aspecto. Para representar el cuadrado se ha de incluir la etiqueta `<rect/>` (etiqueta para generar un cuadrado) y añadir las propiedades que queremos que tenga como por ejemplo altura, ancho, grosor de los bordes del cuadrado, color u opacidad.

Sin embargo, para el resto de los iconos se utilizan recursos obtenidos de FontAwesome¹¹. Este framework tiene implementado iconos vectoriales que al igual que con el cuadrado, permiten la personalización de los iconos respecto a el color, tamaño y opacidad. Para mostrarlos se deberá incluir la clase correspondiente de cada ícono especificada en el apartado tipo de la estructura.

En la Figura 5.27 se puede ver que estos iconos se pueden superponer a los pictogramas para realzar ideas.

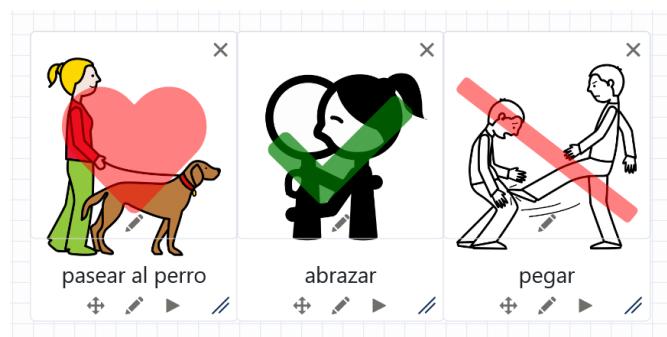


Figura 5.27: Ejemplo de uso de iconos sobre algunos pictogramas

Aunque la forma de visualizarlos se hace de manera distinta dependiendo del

¹¹<https://fontawesome.com/>

icono, todos ellos permiten editar ciertos aspectos. Es por ello por lo que se incluyó la funcionalidad de editar. Para poder editar un ícono añadido a la cuadrícula tendremos que pulsar sobre el ícono del lápiz, al pulsarlo aparecerá un modal, como el de la Figura 5.28 donde se podrá modificar el color y la opacidad del ícono.

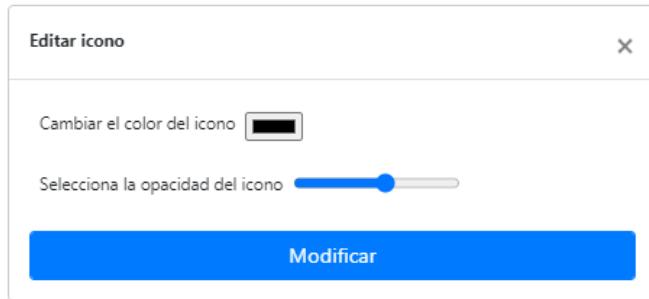


Figura 5.28: Vista del modal de edición de íconos.

5.8.1. IconoItem

Cuando un ícono se añade al tablero de la aplicación este tendrá una opacidad y color por defecto. A los íconos corazón y barra tendrá por defecto el color rojo y una opacidad al 50 %, y el ícono del tick tiene como color por defecto será el verde y una opacidad del 50 %. El hecho de que los íconos tengan por defecto esa opacidad es debido a que están planteados para estar superpuestos encima de los pictogramas, por lo que han de ser translúcidos para ver el pictograma que se encuentra debajo del ícono. Por último, el ícono del cuadrado por defecto será negro y la opacidad del 100 % ya que están planteados para ser opacos.

En el IconoItem se incluyen dos botones, una “x” en la esquina superior derecha que sirve para eliminar el ícono del tablero y un ícono de un lápiz en la parte inferior que permite editar el ícono. Para poder editar un ícono añadido a la cuadrícula tendremos que pulsar sobre el ícono del lápiz, al pulsarlo aparecerá un modal, como el de la Figura 5.28 donde se podrá modificar el color y la opacidad del ícono.

5.8.2. Reglas de diseño de usabilidad

Las reglas de diseño utilizadas en esta funcionalidad han sido:

- **Coherencia:** en el apartado “Personalización del tablero” se muestran todos los íconos disponibles que se pueden añadir al tablero, permitiendo de esta manera mostrar al usuario como son esos íconos antes de ser añadidos. El IconoItem cuenta con un botón en la esquina superior derecha para eliminarlo y un botón con el ícono de un lápiz para poder editarlo, al igual que otros items.
- **Retroalimentación informativa:** al pulsar sobre uno de los botones con íconos en el apartado “Personalización del tablero” automáticamente se añadirá al tablero. De esta manera se informa al usuario de que la acción para añadir un ícono se ha realizado correctamente. Para la acción contraria de

eliminar un IconoItem simplemente se eliminará del tablero dando a entender al usuario que el ícono se ha podido eliminar correctamente. Otra acción que se ve reflejada en esta regla es que tras editar un ícono y cerrar el modal, se le asignará al ícono el nuevo color y opacidad visualizando el nuevo resultado al instante.

- **Permitir deshacer acciones de forma fácil:** en caso de añadir un ícono por error el usuario podrá eliminarlo desde el tablero. También se permite al usuario volver a cambiar el color o la opacidad de un ícono las veces que desee.

5.9. Descargar Tablero

Esta herramienta permite descargar la cuadrícula como imagen. Para ello se utiliza la librería html2tocanvas¹². Ésta librería además permite seleccionar la calidad de descarga de la imagen. Por ello que se ha creado un modal como se puede ver en la Figura 5.29 donde el usuario puede elegir la calidad deseada, siendo la calidad alta la elegida por defecto.

Inicialmente se planteó la posibilidad de descargar estos tableros como PDF pero esta opción no se implementó por falta de tiempo.

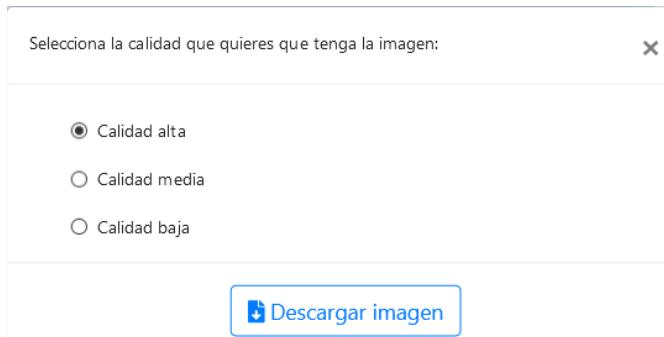


Figura 5.29: Vista del modal para descargar tablero

5.10. Funcionalidades no implementadas

Durante el desarrollo de PictUp! se abandonaron algunas funcionalidades debido principalmente a la falta de tiempo o problemas con su integración en la aplicación. A continuación se detallarán los problemas surgidos por cada funcionalidad.

5.10.1. Traducción de frase

Se trata de la funcionalidad más problemática pues se invirtieron varias semanas en solventarla sin éxito. Una prioridad era la utilización de la NIL-WS-API, pues

¹²<https://html2canvas.hertzen.com/>

ofrece una traducción muy acertada. A continuación se explicarán los distintos problemas que surgieron durante su implementación.

NIL Web Service¹³ es una API que devuelve información relativa a palabras y textos orientada a resolver problemas de accesibilidad a través del lenguaje. Respecto al tratamiento de palabras, permite buscar sinónimos, antónimos, emociones de las palabras, etc. Para el tratamiento de textos, permite traducir un texto a pictogramas, listar las emociones de un texto o resumir, entre otras funcionalidades.

Originalmente la traducción de pictogramas en esta aplicación fue creada específicamente para trabajar con esta API. No obstante también ha causado varios inconvenientes, relativos a los pictogramas que usa la API y los errores causados por CORS.

La API cuenta con una base de datos propia con una gran cantidad de pictogramas. Pero al traducir un texto a pictogramas, esta devuelve por cada palabra o lema, una lista de identificadores. En su mayoría dichos identificadores coinciden con los de los pictogramas de ARASAAC, pero existen otros que no. Estos pictogramas que no comparten identificador con los de ARASAAC suponen un problema, ya que no se puede obtener toda la información deseada, como por ejemplo el texto, audio y modificaciones. Es por ello que PictoItem se modificó para incluir estos pictogramas suprimiendo la posibilidad de personalizar o reproducir el audio. A continuación se especificará sobre el funcionamiento y problemática asociada a CORS.

Cross Origin Resource Sharing¹⁴, es un mecanismo de cabeceras http que permite a un servidor dar permiso a otros dominios para cargar recursos del mismo. Por razones de seguridad los navegadores restringen las peticiones de dominio cruzado desde los scripts del navegador.

Como el servicio de traducción de NIL-WS-API sigue operativo pero descontinuado, no cuenta con la configuración CORS y por tanto no puede recibir peticiones POST de otras webs. Después de comprender el problema se estudió que la solución es crear un backend para PictUp!. Dicho backend está creado exclusivamente para resolver esta petición. El componente de traducción envía la petición al backend, el cual la resolverá gestionando los CORS. En la próxima Sección 5.10.2 se explicará cómo fue creado.

Después de crear y configurar el backend de manera local, y ver que el componente funcionaba sin complicaciones, apareció otro error con la biblioteca html2canvas¹⁵, encargada de crear una imagen a partir de la cuadrícula y sus ítems. Esto es debido a que las imágenes que retorna NIL-WS-API son un recurso externo y la biblioteca html2canvas desconoce su fuente. Por ello al descargar la imagen del tablero estos pictogramas no aparecían representados dejando un hueco en blanco.

5.10.2. Backend

El backend fue creado mediante Express¹⁶. Se trata de un framework de Node.js que permite gestionar llamadas a API de manera sencilla. Express cuenta con una dependencia que gestiona los CORS¹⁷, la cual fue usada para realizar el método

¹³<https://holstein.fdi.ucm.es/nil-ws-api/>

¹⁴<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/CORS>

¹⁵<https://html2canvas.hertzen.com/>

¹⁶<http://expressjs.com/en/starter/installing.html>

¹⁷<https://www.npmjs.com/package/cors>

post a la API de NIL.

Para esquematizar cómo se obtienen los pictogramas de la API de NIL, se puede ver en la Figura 5.30 un diagrama de las llamadas que se realizan entre las aplicaciones.

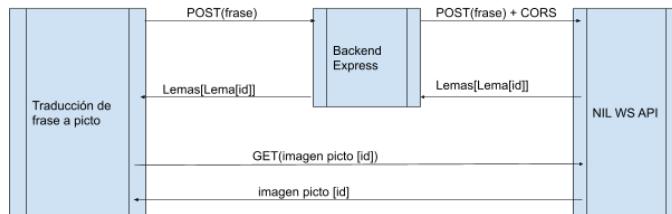


Figura 5.30: Diagrama de conexiones entre aplicaciones para traducir una frase

Después de varias semanas investigando todos estos problemas, finalmente se detuvo el desarrollo de este componente ya que la fecha para mostrar la web a los usuarios se acercaba. Al tener un prototipo funcional de traducción mediante la API de ARASAAC, aunque asumiendo la baja calidad sintáctica de ésta se consideró suficiente para estudiar la facilidad de uso de la interfaz por parte de los usuarios.

5.10.3. Añadir imagen

Originalmente hubo dos aproximaciones sobre la inserción de imágenes. La primera consistía en poder cargar un archivo comprimido zip mediante la librería JSZip¹⁸ que contaba con funciones para descomprimir archivos. El objetivo era automatizar la colocación de imágenes sobre el tablero, mediante un zip que almacenara éstas junto a un documento con la información de cada una. Dicho documento incluiría el nombre, la posición y el tamaño de cada imagen colocada en la cuadrícula. Descomprimiendo dicho zip, las imágenes volverían a ser colocadas a la posición original.

La otra aproximación ofrecía la posibilidad de conectarse mediante la API de Google Drive¹⁹ para que el usuario pudiese acceder a sus fotos almacenadas en su cuenta.

Pese a haber dedicado varias semanas a cada una de estas opciones en proyectos independientes, fueron abandonadas por no obtener resultados satisfactorios. En el caso de JSZip, aunque la compresión de las fotos y descarga del zip funcionara correctamente, surgieron problemas con la librería a la hora de descomprimir los archivos. Respecto a la API de Google Drive, debido a la falta de documentación sobre cómo usarla en React, apenas se logró un prototipo funcional en el tiempo establecido.

Hubo una última opción que se planteó: realizar un historial de imágenes cargadas muy similar al historial de pictogramas visto anteriormente. Sin embargo, LocalStorage apenas permitía unos pocos megabytes de almacenamiento. La alternativa a LocalStorage fue indexedDB.

¹⁸<https://stuk.github.io/jszip/>

¹⁹<https://developers.google.com/drive/api/v3/about-sdk>

IndexedDB²⁰ es una API que permite almacenar información en el cliente, en este caso el ordenador del usuario. En ella se pueden crear bases de datos con la capacidad de almacenar archivos de gran tamaño como en este caso imágenes y fotos. Al final fue descartado por falta de tiempo, pero queda como trabajo futuro para ampliar la aplicación.

5.10.4. Subtableros y cajón de pictogramas

Los componentes que se plantearon inicialmente que ofrecían interacción con el usuario no han sido implementados principalmente por la falta de tiempo para su desarrollo. En consecuencia, la aplicación se enfocó hacia la creación de material pictográfico sin interacción para ser descargado, impreso o guardado como imagen.

5.11. Despliegue de la aplicación

De cara al despliegue, React cuenta con el comando `npm build`²¹, el cual crea un directorio `Build` dentro del proyecto que incluye todos los archivos js y css necesarios para hacer funcionar la aplicación. Para subir los archivos al contenedor ofrecido por la Universidad Complutense de Madrid, se utilizó la aplicación Bitvise²². Se trata de un programa que mediante una interfaz gráfica permite conectarse al contenedor mediante SSH y transferir los archivos con facilidad.

Una vez subida la carpeta `Build` en al servidor, se instaló node.js y npm para hacer funcionar la aplicación de React. El despliegue de la aplicación se realizó mediante `serve`²³. Según la documentación de React²⁴ se trata de la manera más sencilla de desplegar una aplicación compuesta por una única página estática tal y como es el caso.

Mencionar que el servicio de traducción de pictogramas (Pictar), pese a encontrarse en el mismo servidor, al realizar una petición de traducción aunque no provocara un error de CORS visto anteriormente, tampoco retornaba ninguna respuesta.

La aplicación final es accesible desde mediante la siguiente URL²⁵.

Como se había mencionado anteriormente, la web cuenta con la opción de ser instalada ya que ha sido configurada para ser una PWA. En la Figura 5.31 podemos ver la instalación, el acceso directo y la vista de la aplicación en los distintos dispositivos. Tras probar la aplicación en distintos dispositivo se comprobó que la usabilidad se veía afectada en dispositivos con pantallas inferiores a siete pulgadas. Por eso se recomienda la utilización de PictUp! en ordenadores o tablets.

²⁰https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/IndexedDB_API

²¹<https://create-react-app.dev/docs/production-build/>

²²<https://www.bitvise.com/>

²³<https://github.com/vercel/serve>

²⁴<https://create-react-app.dev/docs/deployment/>

²⁵<https://holstein.fdi.ucm.es/tfg/2021/pictup/>



Figura 5.31: Esquema de instalación y uso de PWA.

5.12. Control de versiones y organización del desarrollo de PictUp!

Para gestionar el desarrollo de la aplicación de PictUp!, el código de esta se encuentra en el repositorio de GitHub de NIL Group²⁶. Gestionar de esta manera el proyecto ayudó a poder tener un mejor control de versiones y ver qué modificaciones se habían realizado en cada versión.

Para facilitar el reparto de tareas entre los dos integrantes, se utilizó un Kanban donde se especifican las funcionalidades a implementar. Cuenta con cuatro columnas, dependiendo del estado del desarrollo de cada funcionalidad: pendiente, en desarrollo, pruebas y completado. Tras acabar todas las funcionalidades principales, se creó otro Kanban donde se detallaron errores que dificultan la interacción y usabilidad de cara a una futura evaluación con usuarios.

²⁶<https://github.com/NILGroup/TFG-2021-EditorPictogramas>

Capítulo 6

Evaluación

RESUMEN: En este capítulo se explicará el proceso de evaluación de la aplicación: La preparación (Sección 6.1), el diseño de la evaluación (Sección 6.2), resultados obtenidos (Sección 6.3) y el análisis de dichos resultados (Sección 6.5).

Al tener un prototipo funcional con la suficiente antelación a la entrega, se puso en marcha el plan de realizar una evaluación con usuarios. Durante Abril se focalizó el trabajo en mejorar la usabilidad e interfaz de la aplicación, diseñar la evaluación y en dar a conocer la aplicación al público objetivo de la aplicación. Éstos son usuarios creadores de material pictográfico, generalmente profesores de educación especial y padres y tutores.

6.1. Preparación de la evaluación

Inicialmente se buscaron sitios donde se subiera material pictográfico con frecuencia para así localizar a los creadores de dicho material y contactar con ellos. La propia web de ARASAAC cuenta con una sección dedicada a la subida de material pictográfico donde se añaden nuevos materiales diariamente. La inmensa mayoría de este material contaba con una marca de agua indicando el perfil de Instagram del creador. Por ello nos decantamos por crear una cuenta de Instagram¹ para crear una red de potenciales usuarios.

En dicha cuenta, se contactó con muchos de estos creadores de material para informarles sobre el desarrollo de la aplicación. También se creó material en forma de vídeos donde se explicaban muchas funcionalidades de la web. Los vídeos contaron con una recepción positiva y de interés por parte de los usuarios, por lo que en el transcurso de un mes se logró un grupo considerable de usuarios.

¹<https://www.instagram.com/pictupweb/>

6.2. Diseño de la evaluación

Es en este punto donde la situación causada por la situación de pandemia tuvo mayor impacto sobre el proyecto. En otras circunstancias la evaluación hubiera sido en un centro escolar de manera más cercana al usuario final, pero se tuvo que plantear una evaluación a distancia y asíncrona. El objetivo de esta evaluación es medir la usabilidad y utilidad de la aplicación.

Debido a estas circunstancias, la evaluación se realizó mediante un formulario para que el usuario pudiera completarlo por su cuenta. Un posible problema de este tipo de evaluación estaba en la posibilidad que el usuario dejara el formulario incompleto en caso de no lograr completar alguna tarea. Otro problema era el dispositivo de evaluación, ya que la aplicación está diseñada y probada para ordenadores. Por ello, antes y durante la realización del formulario, se aconsejó encarecidamente el uso del ordenador para el desarrollo de la evaluación.

El formulario utilizado está dividido en varias partes.

Primero se plantean algunas preguntas para conocer la relación de los usuarios respecto al uso de pictogramas, la edad y ocupación. De esta manera se puede determinar el tipo de perfil de usuario que está evaluando.

Tras conocer el perfil, se plantean una serie de tareas a realizar dentro de la aplicación. Antes de plantear las tareas, se vuelve a recomendar al usuario el uso de ordenador para probar la web.

El posible escenario en el cual el usuario no supiera continuar con la tarea y dejara el formulario incompleto, fue solucionado mediante pistas. Las pistas son imágenes autoexplicativas donde se especifican las acciones que se han de realizar para completar cada tarea. En la Figura 6.1 se puede ver la pista que indica cómo buscar un pictograma.



Figura 6.1: Ejemplo de pista en el formulario: Buscar un pictograma.

Cada una de las tareas del formulario cuenta con una serie de pistas que indican como completar una acción mediante una URL asociada a una imagen. De esta manera el usuario puede resolver una duda concreta y no se desvela cómo completar otras acciones dentro de la tarea. Otra manera de orientar al usuario para darle a conocer si ha realizado la tarea correctamente, fue mediante imágenes que mostraran un posible estado final del tablero o componente al completar la tarea.

Respecto a las tareas, aunque no se abarcan todas las posibilidades que ofrece la herramienta, sí representa una muestra significativa de las funcionalidades disponibles en la aplicación. Esto se debe a que el formulario debe de completarse en un período razonable de tiempo y no extenderse más de lo debido. A continuación se detallarán las tareas escogidas y el motivo de elección:

- **Tarea 1, Buscar un pictograma, añadirlo al tablero y editarlo:** se trata de la funcionalidad más básica de la aplicación.
- **Tarea 2, Crear una lista de pictos, añadir un pictograma a una lista de pictos y añadir un pictograma de la lista al tablero:** una funcionalidad que ha causado dudas durante el desarrollo, ya que se desconocía si era lo suficientemente claro su funcionamiento.
- **Tarea 3, Traducir una frase, añadirla al tablero y ocultar un pictograma de la frase:** al ser una funcionalidad más compleja y con más opciones era deseable conocer el desempeño del usuario con ella.
- **Tarea 4, Añadir fotos, figuras e iconos al tablero:** abarcan funciones independientes más simples comparadas con las anteriores, ya que requieren menos acciones para completarlas.

El tipo de cuestionario seleccionado para medir la usabilidad de cada tarea ha sido el ASQ² (After Scenario Questionnaire), el cual permite al usuario evaluar la dificultad de cada una de ellas. Este cuestionario ha de ser respondido una vez finalizada cada tarea y está compuesto por tres afirmaciones. El usuario ha de indicar cuán de acuerdo está mediante una escala de 1 a 7, siendo el 1 muy en desacuerdo y el 7 muy de acuerdo. Dichas afirmaciones son:

1. En general, estoy satisfecho con la facilidad para completar la tarea en este escenario.
2. En general, estoy satisfecho con la cantidad de tiempo que tomó completar la tarea en este escenario.
3. Estoy satisfecho con la respuesta de la web al realizar una acción, sé lo que pasa en todo momento.

Esta última afirmación fue modificada para ser ajustada al contexto de la aplicación, enfocándose más al feedback que pueda aportar la tarea. Originalmente ésta era: *En general, estoy satisfecho con la información de soporte (ayuda en línea, mensajes y documentación) al completar la tarea*

Tras completar las tareas, se ofrece al usuario a que siga probando la aplicación con libertad para probar el resto de funcionalidades que no aparecieran en las tareas. También se realizan algunas preguntas de respuesta libre por si se ha sentido perdido o ha echado en falta alguna función durante la realización de las tareas.

Por último, de manera opcional, se propone al usuario otro formulario donde puede dar su opinión sobre la aplicación de manera global. Para ello se ha utilizado las preguntas del cuestionario de usabilidad SUS³ (System Usability Scale), que

²<https://help.qualaroo.com/hc/en-us/articles/360039070552-After-Scenario-Questionnaire-ASQ->

³<https://help.qualaroo.com/hc/en-us/articles/360039474571-System-Usability-Scale-SUS->

mide la usabilidad del sistema. Nuevamente se plantea una serie de afirmaciones, en este caso 10, donde el usuario deberá elegir en una escala de 1 a 5 cuán de acuerdo está con ellas. Dichas afirmaciones son:

1. Creo que usaría esta web frecuentemente.
2. Encontré la web innecesariamente compleja.
3. Creo que la web es fácil de usar.
4. Creo que necesitaría la ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar la web.
5. Las funciones de la web están bien integradas.
6. Creo que la web es muy confusa.
7. Creo que la mayoría de la gente aprendería a usar la web muy rápidamente.
8. Encuentro la web muy complicada de utilizar.
9. Me siento confiado/a al utilizar la web.
10. Necesito aprender muchas cosas antes de poder utilizar la web.

Una vez acabado el cuestionario, éste fue enviado. Tras dos semanas, se obtuvieron más de 36 respuestas por parte de estudiantes y profesores.

Los resultados obtenidos fueron divididos en dos categorías. Un primer grupo compuesto por usuarios que indicaron en el cuestionario que conocen o crean material pictográfico, siendo este grupo el público objetivo de la aplicación. El otro grupo está compuesto por usuarios que no utilizan o desconocen el uso de los pictogramas.

6.3. Resultados de la evaluación

El día 1 de junio se cerró el formulario, y en el repositorio de GitHub del proyecto⁴ se puede encontrar el archivo con todas las respuestas obtenidas. A continuación se expondrán los resultados obtenidos. Como se ha explicado anteriormente, los usuarios que contestaron fueron divididos en dos grupos. El primer grupo está compuesto por seis personas que crean y usan material criptográfico y el segundo grupo está compuesto por 33 usuarios que no crea ni utiliza material.

6.3.1. Resultados del cuestionario ASQ

Las Tablas 6.1 a 6.4 representan los resultados de cada tarea, teniendo en cuenta que la nota ASQ de cada tarea es calculada mediante la media de las tres preguntas. En cada una puede verse los resultados de los dos grupos respecto a la puntuación media y varianza del cuestionario ASQ. También se incluye el porcentaje de utilización de las pistas en cada grupo, que servirá para concretar que acciones de cada tarea resultaron más confusas. En la Sección 6.5 se detallará un análisis de cada tarea en base a los resultados obtenidos.

⁴<https://github.com/NILGroup/TFG-2021-EditorPictogramas/blob/master/Respuestas%20de%20la%20Evaluaci%C3%B3n%20PictUp!.xlsx>

Tarea 1: Búsqueda y edición de pictograma				
	Grupo de usuarios que crean y usan material pictográfico		Grupo del resto de usuarios	
Preguntas ASQ	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación
1. En general, estoy satisfecho con la facilidad de completar esta tarea	6.5	0.836	6.111	1.012
2. En general estoy satisfecho con la cantidad de tiempo que me ha llevado completar esta tarea	6.5	0.836	6.333	0.919
3. Estoy satisfecho con la respuesta de la web al realizar una acción, sé lo que pasa en todo momento	6.5	0.836	6.259	1.095
Nota final	6.5	0.836	6.234	0.890
Uso de pistas en Tarea 1				
	Grupo de usuarios que crean y usan material pictográfico		Grupo del resto de usuarios	
Pistas	Nº de usos de la pista	% de uso de la pista	Nº de usos de la pista	% de uso de la pista
Pista 1: Buscar pictograma	2	33.33 %	5	18.51 %
Pista 2: Añadir al tablero	4	66.66 %	2	7.40 %
Pista 3: Editar picto	1	16.66 %	4	14.81 %

Tabla 6.1: Tabla de los resultados de la Tarea 1

Tarea 2: Listas de pictogramas				
	Grupo de usuarios que crean y usan material pictográfico	Grupo del resto de usuarios		
Preguntas ASQ	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación
1. En general, estoy satisfecho con la facilidad de completar esta tarea	6.333	0.816	5.592	1.393
2. En general estoy satisfecho con la cantidad de tiempo que me ha llevado completar esta tarea	6.666	0.516	5.703	1.353
3. Estoy satisfecho con la respuesta de la web al realizar una acción, sé lo que pasa en todo momento	6.333	0.816	5.629	1.305
Nota final	6.444	0.688	5.641	1.194
Uso de pistas en Tarea 2				
	Grupo de usuarios que crean y usan material pictográfico	Grupo del resto de usuarios		
Pistas	Nº de usos de la pista	% de uso de la pista	Nº de usos de la pista	% de uso de la pista
Pista 1: ¿Dónde crear una lista de pictogramas?	5	83.33 %	12	44.44 %
Pista 2: ¿Cómo crear y cómo añadir un pictograma a una lista?	3	50 %	7	25.92 %
Pista 3: ¿Dónde añadir un picto desde la lista?	4	66.66 %	4	14.81 %

Tabla 6.2: Tabla de los resultados de la Tarea 2

Tarea 3: Traducir frase a pictogramas				
	Grupo de usuarios que crean y usan material pictográfico		Grupo del resto de usuarios	
Preguntas ASQ	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación
1. En general, estoy satisfecho con la facilidad de completar esta tarea	5.833	2.401	5.851	1.350
2. En general estoy satisfecho con la cantidad de tiempo que me ha llevado completar esta tarea	6.833	0.408	6.148	1.199
3. Estoy satisfecho con la respuesta de la web al realizar una acción, sé lo que pasa en todo momento	5.333	2.658	5.925	1.141
Nota final	6	1.673	5.975	1.025
Uso de pistas en Tarea 3				
	Grupo de usuarios que crean y usan material pictográfico		Grupo del resto de usuarios	
Pistas	Nº de usos de la pista	% de uso de la pista	Nº de usos de la pista	% de uso de la pista
Pista 1: ¿Cómo traducir una frase a picto?	1	16.66 %	4	14.81 %
Pista 2: ¿Cómo cambiar un picto de la frase por otro alternativo?	1	16.66 %	3	11.11 %
Pista 3: ¿Cómo añadir la frase al tablero?	1	16.66 %	6	22.22 %
Pista 4: ¿Cómo ocultar un picto de la frase?	3	50 %	5	18.51 %

Tabla 6.3: Tabla de los resultados de la Tarea 3

Tarea 4: Fotos, figuras e iconos				
	Grupo de usuarios que crean y usan material pictográfico	Grupo del resto de usuarios		
Preguntas ASQ	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación
1. En general, estoy satisfecho con la facilidad de completar esta tarea	6.166	0.752	6.444	0.800
2. En general estoy satisfecho con la cantidad de tiempo que me ha llevado completar esta tarea	6.333	0.816	6.444	0.847
3. Estoy satisfecho con la respuesta de la web al realizar una acción, sé lo que pasa en todo momento	6	1.549	6.518	0.935
Nota final	6.166	1.005	6.469	0.758
Uso de pistas en Tarea 4				
	Grupo de usuarios que crean y usan material pictográfico	Grupo del resto de usuarios		
Pistas	Nº de usos de la pista	% de uso de la pista	Nº de usos de la pista	% de uso de la pista
Pista 1: ¿Cómo añadir una imagen con su texto?	2	33.33 %	2	7.40 %
Pista 2: ¿Cómo añadir un texto al tablero y seleccionar la fuente?	1	16.66 %	4	14.81 %
Pista 3: ¿Cómo añadir una figura?	3	50 %	3	11.11 %

Tabla 6.4: Tabla de los resultados de la Tarea 4

6.3.2. Resultados del cuestionario SUS

Al igual que en ASQ, la Tabla 6.5 se mostrarán los resultados de ambos grupos en cada pregunta. Para obtener el resultado total del cuestionario SUS se debe de calcular en función del tipo de pregunta, es decir, las preguntas pares se calcularán restando cinco menos el valor dado por los usuarios y las preguntas impares se le restará uno al valor dado por los usuarios. Esta distinción a la hora de calcular el resultado es debido a que las preguntas se intercalan con connotaciones positivas y negativas para obligar al usuario a pensar detenidamente las respuestas⁵. En la Sección 6.5 se detallará un análisis sobre los resultados obtenidos.

6.3.3. Observaciones de los usuarios

Respecto a los campos de respuesta abierta donde que permitían a los usuarios indicar en qué momento se han sentido perdidos o desorientados y qué elementos echaban en falta, cementamos a continuación las respuestas más frecuentes.

Por parte de los usuarios que crean material pictográfico, la mayoría no se sintió perdido durante la realización de las tareas. Aunque se apuntó que confundía el hecho que al añadir varios pictogramas al tablero se superpusieran.

Respecto a funcionalidades que echaban en falta se mencionaron:

- Ajustar el tamaño de la letra en las frases e imágenes.
- La posibilidad en las frases de pictogramas de asignar la palabra de un pictograma a su pictograma correspondiente.
- Permitir agrupar elementos del tablero para ser desplazados con comodidad.
- Eliminar todos los elementos del tablero mediante un botón, en vez de eliminarlos uno a uno.
- Leyenda de significados de los colores, pues cada color está asignado a verbos, sustantivos, adjetivos, etc. De esta manera el usuario no tendría que memorizar el significado de cada color.

El grupo mayoritario compuesto por los usuarios que no crean o usan material pictográfico ofrece una información muy útil para saber si la aplicación es fácil de utilizar. Respecto a sus respuestas sobre cuándo se sentían más perdidos, principalmente se daba por tres motivos. La primera se daba únicamente al principio, tras un breve período de uso la aplicación se utilizaba con facilidad. El segundo motivo que más confusión ha generado ha sido al crear y añadir pictogramas a las listas de pictogramas. La tercera funcionalidad que más problemas ha causado ha sido al colocar una frase de pictogramas al tablero y la edición de esta.

Respecto a las funcionalidades que ha echado en falta este segundo grupo de usuarios:

- Posibilidad de buscar y añadir imágenes de Internet dentro de la web.
- Posibilidad de arrastrar los elementos desde la barra de herramientas al tablero.

⁵<https://measuringu.com/10-things-sus/>

Resultados del cuestionario SUS				
	Grupo de usuarios que crean y usan material pictográfico	Grupo del resto de usuarios		
Preguntas	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación	Puntuación media	Desviación típica de la puntuación
1. Creo que usaría esta web frecuentemente	4.166	0.752	3	1.296
2. Encontré la web innecesariamente compleja	1.166	0.408	1.592	1.047
3. Creo que la web es fácil de usar	4.5	0.836	4.518	0.509
4. Creo que necesitaría la ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar la web	1.166	0.408	1.629	1.079
5. Las funciones de la web están bien integradas	3.6	0.894	4.592	0.572
6. Creo que la web es muy confusa	1.333	0.816	1.444	0.640
7. Creo que la mayoría de la gente aprendería a usar la web muy rápidamente	4.666	0.516	4.518	0.752
8. Encuentro la web muy complicada de utilizar	1	0	1.555	1.0127
9. Me siento confiado/a al utilizar la web	4	1.549	4.444	0.800
10. Necesito aprender muchas cosas antes de poder utilizar la web	1.166	0.408	1.555	0.933
Puntuación final	86.25	11.48368408	82.962	12.596

Tabla 6.5: Tabla de los resultados del cuestionario SUS.

- Al pulsar intro no se realiza la búsqueda. Este tipo de atajos de teclado son de utilidad.
- Edición del texto de las fotos y su tipo de letra.
- Cambiar el color de fondo del tablero.
- Posibilidad de quitar un pictograma de la frase antes de añadirla al tablero.
- Posibilidad de cambiar el tamaño del tablero.
- Botón para eliminar todos los elementos del tablero.
- La traducción no es del todo precisa.
- Posibilidad de añadir rectángulos.
- Posibilidad de añadir un pictograma a una lista de pictogramas desde la traducción de frase.

6.4. Evaluación adicional

Aparte de los resultados obtenidos por la encuesta, también contamos con observaciones y comentarios por parte de un grupo de ocho profesores de educación especial. Éstos probaron la aplicación sin realizar el formulario, por lo que su uso fue totalmente libre. Transmitieron que les gustaba la aplicación, aunque había algunos aspectos que echaban en falta y que se detallan a continuación:

- Posibilidad de quitar las líneas de la cuadrícula, pues cuando se descarga e imprime el tablero éstas pueden distraer o confundir al usuario.
- Un nuevo componente que permita asociar un pictograma con una imagen en movimiento o vídeo.
- Buscador integrado de imágenes, para buscar y añadir imágenes igual de rápido que con los pictogramas. De esta manera se evitaría descargar una imagen y subirla a PictUp! como foto.
- El funcionamiento de la cuadrícula es correcto, pero se prefiere un modo de edición más similar al de Power Point o Canvas. Donde se colocan todos los elementos de manera proporcional y se alinean automáticamente.
- Posibilidad de poder poner cualquier color a los bordes, la selección actual a seis colores limita su uso.
- Posibilidad de cambiar el color de fondo de un pictograma con cualquier color.
- Permitir la reproducción de frases en el elemento que representa una frase de pictogramas. La reproducción de la frase puede ser hecha mediante un sintetizador de texto a voz. Esto permitiría a los usuarios asociar el sonido de una palabra a la imagen.
- Posibilidad de poder cambiar el tamaño del tablero, ya que puede quedarse pequeño si se añaden muchos elementos.

- Añadir tipografías fáciles de leer, como OpenDyslexic que facilita la lectura a personas disléxicas. Se menciona que las letras espaciadas son fáciles de leer.
- Crear un tutorial para YouTube donde se explique detalladamente las funcionalidades de PictUp!.
- Les gustaría que hubiera iconos de caras, como cara riendo, llorando o contenta.

6.5. Análisis de los resultados

Tras recopilar la información, se analizó la usabilidad y facilidad de uso de la aplicación en base a las métricas obtenidas y los comentarios. También se identificaron las funcionalidades más conflictivas para ser mejoradas en un futuro.

Para conocer la usabilidad general de la aplicación, se utilizaron las notas finales obtenidas en el cuestionario SUS. En ambos grupos se ha obtenido resultados similares: el grupo que crea y utiliza material pictográfico ha puntuado la usabilidad con 86,25 puntos de media y el segundo grupo que no los crea ni utiliza con una puntuación de 82,9. Según el estándar⁶ de SUS, las puntuaciones superiores a 80,2 corresponden a una usabilidad excelente. Un aspecto a destacar de los resultados del cuestionario SUS, es que pese a ser opcional fue completado por todos los usuarios. Ademáns, al analizar los resultados de cada usuario, encontramos a un usuario que valoró positivamente la aplicación, pero en el SUS no leyó las preguntas detenidamente y puntuó todo con la máxima puntuación. Como el cuestionario SUS penaliza este comportamiento, la puntuación del segundo grupo que no utiliza material pictográfico se vio ligeramente reducida.

Mediante la nota ASQ se puede saber la facilidad de uso de cada tarea. A continuación, se analizarán los resultados de cada tarea de manera individual.

- La primera tarea contó con respuestas positivas en ambos grupos, con un resultado ASQ superior a 6 de media. Respecto al uso de las pistas, no se usaron muchas, aunque en el grupo de usuarios que crea y usa material tuvieron complicaciones al encontrar el botón de añadir un pictograma al tablero. Esto puede atribuirse a ser la primera vez que se realiza la acción de añadir elementos al tablero, ya que en las siguientes tareas este problema no vuelve a ocurrir.
- La segunda tarea contó con una menor puntuación ASQ por parte de los usuarios que no utilizan material pictográfico. El uso de las pistas demuestra que la principal dificultad planteada en esta tarea se debe a la creación de listas de pictogramas, siendo la más utilizada por ambos grupos. Esto se debe a que el botón de carpeta dentro del pictograma no ha sido tan intuitivo como se esperaba.
- La tercera tarea de traducción de frase a pictograma ha sido bien valorada de manera general, pero la respuesta de la web al realizar una acción tuvo una puntuación inferior respecto al resto de preguntas. En base al uso de las pistas, esto es debido a que al colocar la frase al tablero no ha sido fácil

⁶<https://www.usabilitest.com/system-usability-scale>

de añadir al tablero, al igual que el botón para ocultar un pictograma de la frase.

- La cuarta tarea tuvo respuestas muy positivas. El porcentaje de usuarios que utilizaron pistas para resolver las tareas fue muy bajo. En base a los resultados del cuestionario ASQ podemos concluir que la usabilidad correspondiente a esta tarea es muy alta.

Los problemas de usabilidad detectados fueron contrastados mediante los comentarios ofrecidos por ambos grupos. Finalmente se puede concluir que excluyendo algunas dificultades, en general la aplicación es lo suficientemente fácil de utilizar.

Capítulo 7

Conclusiones y Trabajo Futuro

7.1. Conclusiones

El principal objetivo que se propuso de cara a la realización de este trabajo de fin de grado fue el poder realizar una aplicación web que facilitara la creación de materiales pictográficos, enfocado a la creación de tableros. Para ello nos informamos sobre los distintos tipos de sistemas pictográficos y qué personas solían utilizarlos. Tras una larga búsqueda vimos que el sistema pictográfico que mayor material proporcionaba era ARASAAC por lo que se decidió utilizar sus pictogramas para el desarrollo de la aplicación. Además la aplicación se desarrolló para cubrir ciertas carencias que otras aplicaciones de creación de tableros no tenían. Estas carencias solían ser funcionalidades como añadir imágenes propias al tablero, poder traducir una frase a pictogramas, añadir iconos o tener la posibilidad de tener los elementos del tablero fácilmente alineados.

Tras desarrollar la aplicación se realizó una evaluación con usuarios para obtener datos referentes a la usabilidad y utilidad. Esta evaluación resultó de gran valor, ya que se pudo afirmar que la usabilidad es alta. Además se pudo contrastar qué funcionalidades se tenían que mejorar, además de conocer las opiniones de los usuarios, sobre los ya existentes.

Otro objetivo propuesto fue poder demostrar todos los conocimientos adquiridos durante la carrera y ampliarlos. Las asignaturas más influyentes para la realización del trabajo fin de grado fueron:

- **Aplicaciones Web:** en esta asignatura se adquirieron conocimientos sobre HTML, Javascript y maquetación. Lo aprendido en JavaScript resultó de gran ayuda de cara al desarrollo de la aplicación en React.
- **Desarrollo de Sistemas Interactivos:** esta asignatura nos permitió conocer las diferentes formas de evaluación sobre una aplicación y ver la importancia de estas para detectar errores y ser solucionados.
- **Interfaces de usuario:** muy ligado al Desarrollo de Sistema Interactivos, esta asignatura nos permitió conocer reglas de diseño a seguir para crear interfaces intuitivas en la aplicación.

7.2. Trabajo futuro

Una vez terminado el desarrollo de la aplicación y la evaluación de la misma, se recogieron las mejoras y nuevas funcionalidades que no pudieron ser implementadas y que sería interesante añadir en un futuro:

- Mejorar la funcionalidad de traducción de una frase a pictogramas mediante NIL-WS-API.
- Permitir al usuario poder guardar el estado de la aplicación por medio de Google Drive para posteriormente volver a cargar el estado del tablero y cargar imágenes que se encuentren en su cuenta.
- Implementar componentes interactivos, como subtableros o cajón de pictos.
- Ofrecer la posibilidad de poder ocultar la cuadrícula que se dibuja el tablero de la aplicación.
- Ofrecer la posibilidad de cambiar el tamaño del tablero.
- Implementar otro tipo de tablero que permita una edición más semejante a la ofrecida en Power Point, donde los elementos sobre el tablero puedan ser alineados con mayor facilidad.
- Mejorar la interfaz en el apartado de las listas de pictogramas y traducción de frase a pictogramas para que tengan una mejor usabilidad.
- Añadir nuevos iconos que complementen a los pictogramas, como emoticonos que representen una cara feliz o triste.
- Ofrecer la posibilidad de añadir un vídeo al tablero y poder reproducirlo desde el mismo. Esto ayudaría al usuario a asociar un pictograma con una acción, por ejemplo con el pictograma de saltar junto a un gif de una persona saltando.
- Incluir un botón en la aplicación para borrar todos los elementos que estén en el tablero.
- Añadir un buscador de imágenes dentro de la web. Esto ayudaría a buscar imágenes de manera rápida evitando que el usuario tenga que descargar y subir las fotos a la web.
- Posibilidad de asignar cualquier color al borde y fondo de un pictograma. El uso de los colores puede ser distinto dependiendo del usuario, por lo que se debe ofrecer la posibilidad de elegirlo libremente.

Chapter 7

Conclusions and Future Work

7.1. Conclusions

The main objective that was proposed for the realization of this final degree project was to create a web application that would facilitate the creation of pictographic materials, focused on the creation of communication boards. To do this, we learned about the different types of pictographic systems and which people used to use them. After a long research, we saw that the pictographic system that had the biggest amount of pictograms was ARASAAC, so we decided to use their pictograms for the development of the application. In addition, the application was developed to cover certain gaps that other board creation applications did not have. These deficiencies used to be functionalities such as adding your own images to the board, being able to translate a sentence into pictograms, adding icons or the possibility to align easily and precisely the board elements.

After developing the application, an evaluation was carried out with users to obtain data regarding usability and usefulness. This evaluation was of great value, since it was possible to confirm that the usability was high. In addition, it was possible to contrast which functionalities had to be improved, in addition to knowing the opinions of the user about the existing ones.

Another proposed objective was to be able to demonstrate all the knowledge acquired during the degree and to expand it. The most influential subjects for the completion of the final degree project were:

- Web applications: in this subject we acquired knowledge about HTML, JavaScript and layout. What we learned in JavaScript was of great help for the development of the application in React.
- Development of interactive systems: this subject allowed us to learn about the different forms of evaluation on an application and to see the importance of these in order to detect errors and be solved.
- User Interfaces: closely linked to Interactive System Development, this subject allowed us to learn the design rules to follow to create intuitive interfaces in the application.

7.2. Future work

Once the development of the application and its evaluation were completed, we grouped the improvements and new functionalities that could not be implemented and that would be interesting to add in the future:

- Improve the functionality of translating a sentence to pictograms using NIL-WS-API.
- Allow the user to be able to save the state of the application through Google Drive to later reload the state of the board and upload images that are in their account.
- Implement interactive components, such as sub-boards or draggable pictograms that can be moved by the user to play a game.
- Offer the possibility to hide the grid that is drawn on the application's board.
- Offer the possibility to change the size of the board.
- Implement another type of board that allows an edition more similar to that offered in Power Point, where the elements on the board can be aligned more easily.
- Improve the interface in the section of the pictogram lists and translation of sentence to pictograms for better usability.
- Add new icons to complement the pictograms, such as emoticons representing a happy or sad face.
- Offer the possibility of adding a video to the board and being able to play it from the board. This would help the user to associate a pictogram with an action, for example with the pictogram of jumping next to a gif of a person jumping.
- Include a button in the application to delete all the elements that are on the board.
- Add an image search engine within the website. This would help to search images quickly avoiding the user having to download and upload the photos to the web.
- Possibility of assigning any color to the border and background of a pictogram. The use of colors can be different depending on the user, so the possibility of free choice should be offered.

Capítulo 8

Aportaciones individuales al proyecto

8.1. Alfonso Tercero López

Gran parte del trabajo fue realizado junto a mi compañero Jorge. A continuación comentaré las secciones que he realizado de manera individual o me ha ayudado mi compañero.

El capítulo de Introducción fue escrito de manera conjunta entre Jorge y yo. También se realizó de manera conjunta la investigación de los distintos tipos de sistemas pictográficos así como las distintas aplicaciones. Concretamente desarrollé en la Memoria los apartados relacionados con SPC (Sección 2.2.1), Blissymbolics (Sección 2.2.2), Mulberry Symbols (Sección 2.2.4) y Minspeak (Sección 2.2.5). Respecto a las aplicaciones, escribí sobre Pictoselector (Sección 2.3.1), Piktoplus (Sección 2.3.3) y SymboTalk (Sección 2.3.6). Ayudé a mi compañero a comparar las distintas herramientas y discutimos sobre sus diferencias.

Respecto a las tecnologías, realicé varios prototipos tecnológicos en distintas tecnologías para conocer sus características y posibilidades. Esto aparece reflejado en la memoria en la API de ARASAAC (Sección 3.2), JSZip(Sección 3.4) y Progressive Web Application (Sección 3.5)

Una vez vista las tecnologías, también realicé bocetos de la aplicación en papel para compararlos con mi compañero y sacar conclusiones. El prototipo puede verse en la Sección 4.2.1. A su vez Jorge y yo establecimos los distintos requisitos de la aplicación.

De cara al desarrollo de la aplicación desarrollé las funcionalidades referentes a la búsqueda de pictogramas (Sección 5.3), traducción de frases a pictogramas (Sección 5.4) y añadir imagen al tablero (Sección 5.5). Estas contaron con el apoyo de mi compañero para corregir errores y unificar la interfaz de estas funcionalidades. Escribí la parte correspondiente a la arquitectura (Sección 5.2) tras ser estudiada y comprendida por mi compañero y yo. Buena parte del tiempo de desarrollo fue dedicada a otras funcionalidades que no fueron implementadas, como la conexión con la API de Google Drive y de NIL-WS-API, que desembocó en un backend que

no se utilizó. Esto queda reflejado en la memoria en la Sección 5.10. Por último también gestioné el despliegue de la aplicación (Sección 5.11).

Durante el período comprendido entre el desarrollo de la aplicación y la evaluación con usuarios, gestioné la cuenta de Instagram. Para ella produje algunos vídeos que explicaban su funcionamiento con la intención de dar a conocer la aplicación y captar usuarios para la evaluación.

Respecto al capítulo de la evaluación trabajé de forma conjunta con Jorge para diseñar el formulario y realizar el análisis. De la memoria escribí la preparación de la evaluación (Sección 6.1) y las observaciones de los usuarios (Sección 6.3.3). También ayudé a mi compañero a escribir el resultado de la evaluación.

Respecto al capítulo siete, escribí el apartado de las conclusiones del trabajo futuro (Sección 7.1).

8.2. Jorge García Cerros

A continuación, detallaré todos los apartados que he escrito de manera individual o he ayudado al desarrollo de estos junto con mi compañero Alfonso.

Tras acordar la realización del Trabajo de Fin de Grado con los directores Raquel Hervás y Gonzalo Méndez, nos dedicamos tanto Alfonso como yo, a desarrollar el capítulo de Introducción.

La búsqueda de información sobre los distintos tipos de sistemas pictográficos y búsqueda de aplicaciones se hizo de manera conjunta. Yo me encargué de escribir lo referente a los Sistemas Aumentativos y Alternativos (Sección 2.1) así como los pictogramas Sclera (Sección 2.2.3) y ARASAAC (Sección 2.2.6) y distintas aplicaciones encontradas como Editor ARASAAC (Sección 2.3.2), Pictar (Sección 2.3.4), PicTablero (Sección 2.3.5), LetMe Talk (Sección 2.3.7) y Jocomunico (Sección 2.3.8). También se analizó de manera conjunta las distintas aplicaciones para su posterior análisis en la Sección 2.4.

En cuanto al apartado de las tecnologías se realizaron de manera individual distintos prototipos con el fin de investigar sobre las distintas tecnologías existentes. El resultado del trabajo realizado queda reflejado en el apartado React (Sección 3.3) y sus correspondientes subapartados Drag and Drop (Sección 3.3.1) y Prototipos (Sección 3.3.2).

Tras haber estudiado las distintas tecnologías se acordó en la realización de unos bocetos en papel sobre la futura aplicación. Este prototipo realizado queda reflejado en la Sección 4.2.2. También se hizo de manera conjunta el apartado de Requisitos de la aplicación (Sección 4.3). Además, investigué y escribí sobre las distintas reglas de diseño para realizar una correcta interfaz en la aplicación (Sección 4.4).

Respecto a la parte del desarrollo de la aplicación me he encargado mayoritariamente del apartado visual. Para ello me encargué de la instalación de las librerías necesarias para la utilización de Bootstrap y FontAwesome. En lo referente a la maquetación he utilizado las clases definidas por Bootstrap además de la creación de hojas de estilo CSS para los distintos componentes de la aplicación. También me he encargado de la gran parte de las visualizaciones de las distintas componentes de la aplicación. Asimismo, he desarrollado los siguientes componentes: listas de pictogramas (Sección 5.6), texto (Sección 5.7.1), iconos (Sección 5.8) y descargar tablero (Sección 5.9). Por último escribí el control de versiones y organización del desarrollo de PictUp! (Sección 5.12).

Para la creación de la evaluación con los usuarios tanto Alfonso como yo nos encargamos de realizar los formularios y analizar los resultados. Del capítulo de evaluación de la memoria escribí el apartado de diseño de la evaluación (Sección 6.3) y todas las tablas que aparecen en el análisis de los resultados (Sección 6.4).

Por último en el capítulo 7 me encargue de escribir el Trabajo Futuro (Sección 7.2).

Apéndice **A**

Título

Contenido del apéndice

Bibliografía

LÓPEZ, C. *PICTABLEROS: una herramienta de elaboración de tableros de comunicación basados en pictogramas.* Trabajo de Fin de Grado, Universidad Complutense de Madrid, 2019.

LÜTKEBOHLE, I. BWorld Robot Control Software. <http://aiweb.techfak.uni-bielefeld.de/content/bworld-robot-control-software/>, ????

MARTÍN, A. *PICTAR: una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas.* Trabajo de Fin de Máster, Universidad Complutense de Madrid, 2018.

