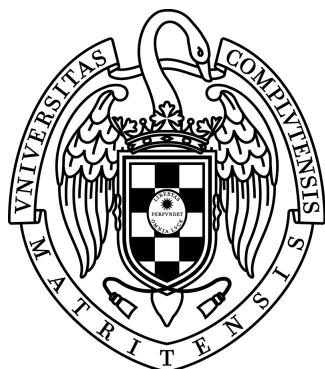


---

# **TFG: Tablero de comunicación configurable basado en pictogramas**

---



**Carmen López Gonzalo**

**Directoras**  
**Virginia Francisco Gilmartín**  
**Raquel Hervás Ballesteros**

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

**Curso 2018/2019**

Documento maquetado con TEXIS v.1.0.

Este documento está preparado para ser imprimido a doble cara.

# TFG: Tablero de comunicación configurable basado en pictogramas

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

*Versión 1.0*

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Informática  
Facultad de Informática  
Universidad Complutense de Madrid

**Curso 2018/2019**



# Agradecimientos

Agradecer a directoras de proyecto  
agradecer a la asociacion y en especial al colegio



# Resumen

Las personas con discapacidad cognitiva suelen presentar dificultades en el uso del lenguaje natural, para superar estas barreras hacen uso de tableros de comunicación. Los tableros de comunicación permiten representar el mensaje que se quiere transmitir mediante imágenes y pictogramas. Las tecnologías han avanzado mucho en este campo, y existen multitud de herramientas destinadas a la creación de tableros, pero a pesar de la variedad de herramientas, los usuarios no han encontrado una que se adapte a sus necesidades, ya que se encuentran bastantes limitaciones a la hora de generar un tablero y finalmente optan por generar estos tableros manualmente con bolígrafos y papel.

El objetivo de este trabajo es desarrollar una herramienta que permita a padres, tutores y profesores de personas con discapacidad cognitiva generar tableros y plantillas y reutilizarlos fácilmente, así agilizar la creación de tableros a partir de una plantilla. Se ha diseñado como una aplicación web para que sea accesible desde cualquier dispositivo y así llegue al mayor numero de usuarios posible. La aplicación esta desarrollada de tal manera que los usuarios pueden generar los tableros sin ningún tipo de restricción, permitiendo cambiar la posición y el tamaño de los elementos que forman los tableros.

Una vez desarrollada la aplicación, fue sometida a una evaluación con los usuarios finales que nos permitía conocer la utilidad y usabilidad de la aplicación. El resultado de esta evaluación refleja que la aplicación es de utilidad y se adapta a las necesidades de los usuarios.

## Palabras clave

Tablero de comunicación, Pictogramas, Discapacidad cognitiva,



# **Abstract**

Abstract in English

## **Keywords**

10 keywords max., separated by commas.



# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	3
1.3. Estructura del trabajo . . . . .	3
<b>2. Introduction</b>	<b>5</b>
<b>3. Estado del arte</b>	<b>7</b>
3.1. Pictogramas . . . . .	7
3.1.1. Sistemas pictograficos . . . . .	9
3.1.2. Comunicacion mediante Pictogramas . . . . .	15
3.2. Editores de Tableros basados en Pictogramas . . . . .	16
3.2.1. Pictoselector . . . . .	16
3.2.2. Editores propios de ARASAAC . . . . .	17
3.2.3. Piktoplus . . . . .	20
<b>4. Tecnologias</b>	<b>27</b>
4.1. Introducción . . . . .	27
4.2. Firebase . . . . .	29
4.3. Interactjs . . . . .	30
4.4. Html2canvas . . . . .	31
<b>5. PicTableros</b>	<b>33</b>
5.1. Análisis de requisitos . . . . .	33
5.2. Diseño de la interfaz . . . . .	34
5.3. Implementacion . . . . .	39
5.3.1. Listados . . . . .	39
5.3.2. Editor . . . . .	41
5.4. Evaluación . . . . .	43
5.4.1. Diseño de la evaluación . . . . .	43
5.4.2. Resultados de la evaluación . . . . .	44
5.4.3. Análisis de la evaluación . . . . .	44

<b>6. Conclusiones y trabajo futuro</b>	<b>53</b>
6.1. Conclusiones . . . . .	53
6.2. Trabajo futuro . . . . .	54
<b>7. Conclusions and Future work</b>	<b>55</b>
7.1. Conclusions . . . . .	55
7.2. Future Work . . . . .	55
<b>Bibliografía</b>	<b>57</b>

# Índice de figuras

1.1. Tablero que sirve para indicar con que juguete se quiere jugar.	2
3.1. Pictograma que representa un cepillo de dientes.	9
3.2. Pictograma que representa la acción de lavarse los dientes.	9
3.3. Pictograma que representa un avión.	10
3.4. Sistema Pictográfico de Comunicación (SPC).	11
3.5. Sistema de símbolos Bliss.	12
3.6. Ejemplo de pictogramas Sclera.	12
3.7. Ejemplo de pictogramas Mulberry.	13
3.8. Pictogramas asociados a la palabra “hola”.	13
3.9. Representación de “niña” y su plural “niñas”.	14
3.10. Representación de “niño” y su plural “niños”.	14
3.11. Representación de las preposiciones “con”, “a” y “ante”.	15
3.12. Ejemplo de tablero para agenda personal.	16
3.13. Ejemplo de tablero con la secuencia de actividades para lavarse los dientes.	17
3.14. Ejemplo de tablero normas para el supermercado.	18
3.15. Vista de las opciones de selección de pictogramas en Pictoselector.	19
3.16. Vista de las opciones de selección de pictogramas en Pictoselector.	20
3.17. Pantalla principal de Pictoselector	21
3.18. Tablero generado por el generador de tableros de ARASAAC	22
3.19. Calendario del mes de mayo generado por ARASAAC	22
3.20. Horario generado por ARASAAC	23
3.21. Configuración de las Celdas ARASAAC	23
3.22. Generador de material con Piktoplus	24
3.23. Pantalla inicial de BoardMaker Online	25
3.24. Pantalla principal de Pictar	25
4.1. Esquema de funcionamiento de Firebase Realtime Database	30

5.1.	Plantillas de la Asociación Autismo Sevilla . . . . .	35
5.2.	Prototipo en papel de la lista de plantillas privadas. . . . .	36
5.3.	Prototipo en papel de la vista del editor de plantillas. . . . .	37
5.4.	Prototipo en papel del menú de ajustes. . . . .	45
5.5.	Lista de cambios propuestos junto con su dificultad y su importancia . . . . .	46
5.6.	Vista del listado de las plantillas privadas . . . . .	46
5.7.	Opciones de las plantillas privadas . . . . .	47
5.8.	Opciones de las plantillas publicas . . . . .	47
5.9.	Opciones de los tableros privados . . . . .	47
5.10.	Opciones de los tableros públicos. . . . .	47
5.11.	Ejemplo de un objeto tipo plantilla . . . . .	47
5.12.	Vista del editor . . . . .	48
5.13.	Distintos input para el titulo. . . . .	48
5.14.	Menú inicial del editor. . . . .	49
5.15.	Menú del editor del fondo. . . . .	50
5.16.	Editor de un pictograma a la izquierda y editor de área a la derecha . . . . .	50
5.17.	Ejemplo de un elemento seleccionado . . . . .	51
5.18.	Editor de un cuadro de texto . . . . .	51
5.19.	Opciones para áreas y pictogramas en tableros . . . . .	52

# Índice de Tablas



# Capítulo 1

## Introducción

**RESUMEN:** En este capítulo se explicará la motivación que hay detrás de este TFG(Sección 1.1). También se exponen los objetivos que nos marcamos al comienzo del proyecto(Sección 1.2) y por último,se explica la estructura de esta memoria(Sección 1.3).

### 1.1. Motivación

Algunas personas con discapacidad cognitiva generalmente presentan dificultades a la hora de comunicarse mediante el lenguaje natural, y necesitan buscar alternativas que les ayuden a comunicarse de forma efectiva. Para ayudarles en la comunicación en algunos casos se utilizan los pictogramas, que son símbolos gráficos que representan ideas, objetos, acciones, etc.

Para permitir la comunicación mediante pictogramas se suelen utilizar tableros de comunicación, que permiten representar de distintas maneras lo que se quiere expresar, como en la Figura 1.1 que muestra un tablero que se puede elegir un juguete para jugar. Para facilitar la comprensión de los tableros se suelen emplear una serie de plantillas, así al ver la plantilla se entiende el mensaje más rápido. Algunos de los formatos habituales son los tableros de normas, las agendas, los calendarios, ...

Actualmente, a pesar del avance de las tecnologías, en muchos centros aun se crean los tableros de forma manual con papel, cartulina, recortables para los pictogramas, pegatinas, etc. Incluso para situaciones en las que se necesita un tablero con urgencia (en una excursión, en el supermercado, en el coche, . . . ) se ven en la necesidad de hacerlo con papel y bolígrafos de colores

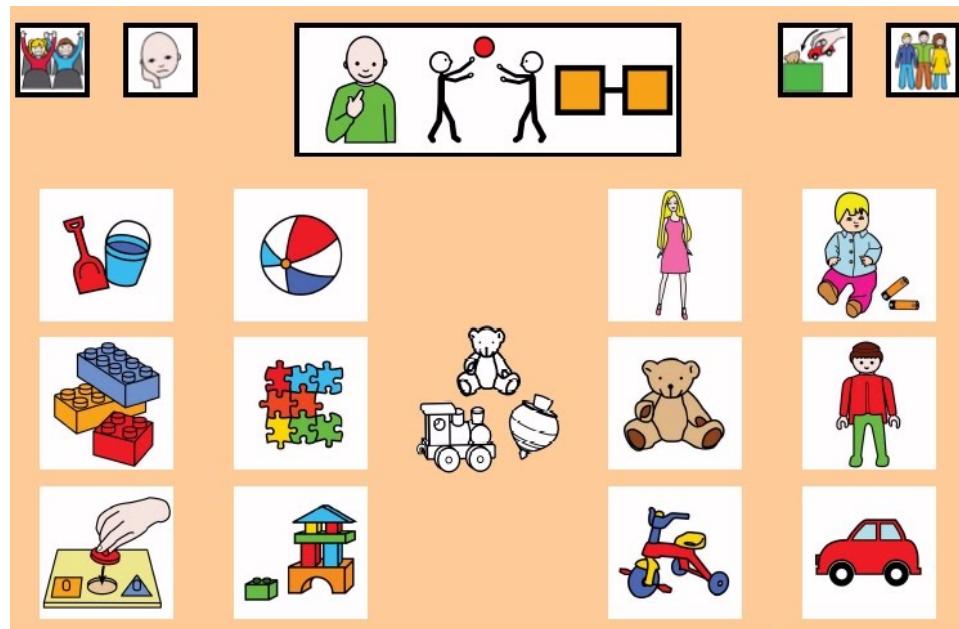


Figura 1.1: Tablero que sirve para indicar con que juguete se quiere jugar.

ya que no tienen ninguna herramienta que les permita crear los tableros más rápido. Al tener que realizar esta tarea manualmente, cada vez que se crea un tablero tienen que crearlo de cero, una manera de poder agilizar esta tarea es el uso de plantillas que permiten tener una estructura cada vez que se quiere generar un tablero, ademas estas plantillas permiten que los tableros tengan siempre un mismo formato.

A pesar de la multitud de herramientas existentes destinadas a facilitar la comunicación de los usuarios que utilizan tableros de comunicación, es difícil encontrar alguna que se ajuste a los formatos que el usuario entiende y sus necesidades, lo que provoca que sea el usuario el que se tenga que adaptar a las herramientas y no al revés.

Por todas las razones anteriormente mencionadas, surge la necesidad de desarrollar una aplicación que permita a los usuarios generar plantillas y tableros, sin tener que empezar de cero cada vez que quieran utilizar algún formato concreto. Debe ser una aplicación a la que los usuarios puedan acceder desde cualquier dispositivo y en cualquier momento, para que la puedan integrar en su día a día y así mejorar la comunicación de los usuarios que necesitan los tableros de comunicación con pictogramas para comunicarse de forma efectiva.

## 1.2. Objetivos

Uno de los objetivos principales de este trabajo es desarrollar una aplicación que permita a los usuarios generar plantillas y tableros de comunicación basados en pictogramas, permitiendo ademas que se puedan reutilizar fácilmente y agilizando la creación de tableros a partir de una plantilla.

Para que la aplicación tenga el mayor alcance posible y se adapte a las necesidades de los usuarios se va a realizar un diseño centrado en el usuario. Para ello se mantendrán reuniones y se realizarán evaluaciones con los usuarios finales, con el fin de saber las necesidades que tienen y conocer su opinión acerca de la aplicación y su usabilidad.

También nos marcamos como objetivo en este trabajo aplicar los conocimientos adquiridos durante el grado en un proyecto con un sentido social y que ademas sea de utilidad mas allá de ser un proyecto académico. Por ultimo, también nos marcamos como objetivo adquirir nuevos conocimientos que nos ayuden a ampliar los ya adquiridos durante el grado.

## 1.3. Estructura del trabajo

Esta memoria consta de un total de siete capítulos. A continuación se expondrá un breve resumen de cada uno de ellos:

- En el **capítulo uno** y **capítulo dos**, en español y en inglés, se explican las motivaciones y objetivos del proyecto, y la estructura de esta memoria.
- En el **capítulo tres** se realiza una introducción a los SAACs, los pictogramas y sus distintos usos. También se realiza un análisis de los distintos sistemas de pictogramas y de las aplicaciones que existen para generar contenido basado en pictogramas.
- En el **capítulo cuatro** se describirán las herramientas utilizadas en el proyecto. Se introducirán *Interact.js*, *html2canvas* y *Realtime Database* de *Firebase*.
- En el **capítulo cinco** se explicará detalladamente el desarrollo del proyecto, la fase de análisis de requisitos, el diseño de la interfaz, la implementación del proyecto, y las evaluaciones de los usuarios con sus resultados.

- En el **capítulo seis** y **capítulo siete**, en español y en inglés, se presentan las conclusiones del proyecto y el trabajo futuro.

## Capítulo 2

# Introduction

{TODO TODO TODO: Traducir capítulo 1}



# Capítulo 3

## Estado del arte

**RESUMEN:** En este capítulo se pretende dar una visión general de los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAACs) y del uso de los pictogramas en los mismos. También se analizarán las herramientas tecnológicas existentes para la creación de tableros. En primer lugar, en la sección ?? se explica que los SAACs y su uso. Para finalizar, en la sección 3.1 se define lo que son los pictogramas, su uso y los distintos sistemas pictográficos existentes.

### 3.1. Pictogramas

Las personas con discapacidad cognitiva tienen dificultades en el desarrollo y el uso del lenguaje natural, y necesitan una alternativa al mismo. Por esta razón surgen los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC). Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC), son sistemas que permiten al usuario tener una alternativa al lenguaje natural, suficiente para permitir la comunicación. Son *Aumentativos* ya que sirven para complementar o aumentar el lenguaje oral y son *Alternativos* porque lo compensan o lo sustituyen cuando por si solo el lenguaje natural no es suficiente o se carece de él<sup>1</sup>. Estos sistemas sirven también como complemento al habla natural, y ayudan a recuperarla cuando se encuentran dificultades en el uso de la misma. En estos casos, se pueden considerar un método de rehabilitación. Los SAACs pueden ser de dos tipos (García, 2015):

---

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

- **Sin ayuda:** no necesitan ningún elemento externo para transmitir el mensaje. Un ejemplo, serían los gestos del lenguaje de signos.
- **Con ayuda:** cuando para transmitir un mensaje se utilizan recursos externos, como imágenes, símbolos o pictogramas, por medio de tablets de comunicación, tablets, etc.

Los SAACs deberían adaptarse a las necesidades de cada usuario, dependiendo del estado de sus habilidades, tanto lingüísticas, gestuales, cognitivas, etc.

Dentro de los SAACs con ayuda se encuentran los pictogramas. Los pictogramas son de gran ayuda ya que se adaptan fácilmente al nivel cognitivo de cada usuario, y permiten aumentar progresivamente el nivel de comunicación del usuario hasta el uso del lenguaje verbal. En niveles más avanzados del uso de los SAACs se pueden representar acciones mas complejas (Miranda y Iacono, 2008). Además estos sistemas permiten una comunicación bidireccional, ya que a pesar de necesitar que todos los usuarios conozcan estos sistemas, generalmente también son comprensibles por los usuarios que no tienen ningún tipo de dificultad comunicativa.

Los pictogramas son signos claros y esquemáticos, que representan ideas, objetos, acciones, etc. Se utilizan a diario para ofrecernos información de manera rápida. Por ejemplo nos encontramos pictogramas a diario en señales de tráfico, en los distintivos en los cuartos de baño, etc<sup>2</sup>.

A los usuarios con algún tipo de discapacidad cognitiva, los pictogramas les permiten transmitir mensajes sin necesidad de utilizar el lenguaje oral o escrito, facilitando la comprensión de dichos mensajes a las personas que tienen dificultades en el uso del mismo. Una de las grandes ventajas del uso de pictogramas en la comunicación es que permanecen en el tiempo, otorgando al usuario la oportunidad de comprender el mensaje a su ritmo.

Los sistemas de pictogramas han de tener una serie de características para poder considerarlos como tal<sup>3</sup>:

- Tienen una relación directa con la idea que representan, como en la Figura 3.1 en la que aparece un pictograma que representa un cepillo de dientes. Además, se pueden combinar distintos elementos para representar una idea más compleja, como en el pictograma de la Figura 3.2 en el que aparece el pictograma del cepillo de dientes, para la acción de “Lavarse los dientes”.

<sup>2</sup>[http://www.ponceleon.org/logopedia/index.php?option=com\\_content&view=article&id=110](http://www.ponceleon.org/logopedia/index.php?option=com_content&view=article&id=110)

<sup>3</sup><https://smileandlearn.com/que-es-un-pictograma/>



Figura 3.1: Pictograma que representa un cepillo de dientes.

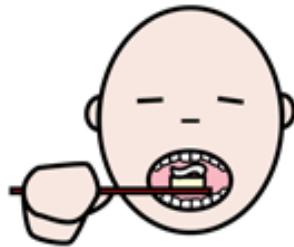


Figura 3.2: Pictograma que representa la acción de lavarse los dientes.

- Deben ser comprensibles por el mayor número de personas posible, independientemente de su formación, idioma o capacidad.
- Deben representar los elementos mas importantes, evitando distracciones, como en la Figura 3.3 que representa un avión sin fondo ni elementos distractores.

### 3.1.1. Sistemas pictográficos

Existen numerosos sistemas pictográficos, algunos de los cuales se exponen en detalle en las siguientes subsecciones (Campillo, 2014).

#### 3.1.1.1. Sistema Pictográfico de Comunicación (SPC)

Este sistema ofrece mas de 3.000 iconos divididos en seis categorías diferentes. Como se puede ver en la Figura 3.4, cada categoría representa los



Figura 3.3: Pictograma que representa un avión.

elementos con distintos colores:

- **Personas** (amarillo): nombres o sustantivos referidos a personas, como madre, abuela o padre. Tambien se incluyen los pronombres personales como yo, a mi, ...
- **Verbos** (verde): acciones expresadas como verbo. Por ejemplo, comer, dormir, andar, ...
- **Descriptivos** (azul): adjetivos como contento, triste, enfadado, ... y algunos adverbios como bien, mal, ...
- **Nombres** (naranja): nombres que no se han incluido en otras categorías, como por ejemplo los correspondientes a objetos, como casa, pelota, ...
- **Miscelánea** (blanco): artículos, conjunciones, preposiciones, y más palabras abstractas, por ejemplo los meses, números, ...
- **Social** (morado): palabras que se utilizan de manera habitual en las interacciones sociales, como hola, gracias, buenos días, ...

### 3.1.1.2. Bliss

Los pictogramas Bliss<sup>4</sup> son simples y esquemáticos, basados en formas geométricas y segmentos de las mismas (Reuter et al., 2017). Bliss proporciona entre 150 y 400 símbolos distintos, aunque permite crear nuevos símbolos combinándolos con palabras escritas. Los pictogramas en Bliss se agrupan en

---

<sup>4</sup><https://www.blissonline.se/>

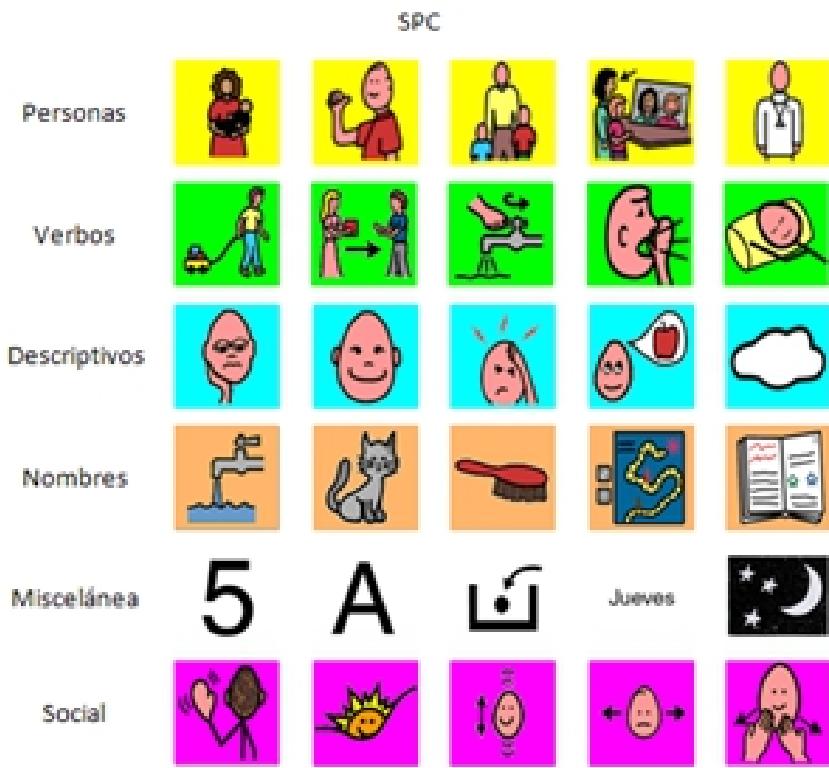


Figura 3.4: Sistema Pictográfico de Comunicación (SPC).

categorías que se identifican mediante colores como se puede ver en la Figura 3.5: nombres (naranja), personas (amarillo), verbos (verde), adjetivos (azul), sociales (rosa). Como se puede observar los pictogramas en Bliss no representan directamente la idea a la que hacen referencia, por eso es necesario un estudio previo o acompañarlos con texto para hacerlos comprensibles a todo el mundo.

El significado de los pictogramas Bliss esta definido por una serie de características, que hacen que varíe el significado del pictograma si las características cambian, como por ejemplo, la posición y el tamaño de los elementos, los números que acompañan al símbolo, etc.



Figura 3.5: Sistema de símbolos Bliss.

### 3.1.1.3. Sclera

Los pictogramas de Sclera<sup>5</sup> son simples en cuanto a colores, pero expresan ideas más complejas. Sclera proporciona mas de 11.000 pictogramas en español y ademas da soporte a inglés, alemán, francés, polaco y holandés.

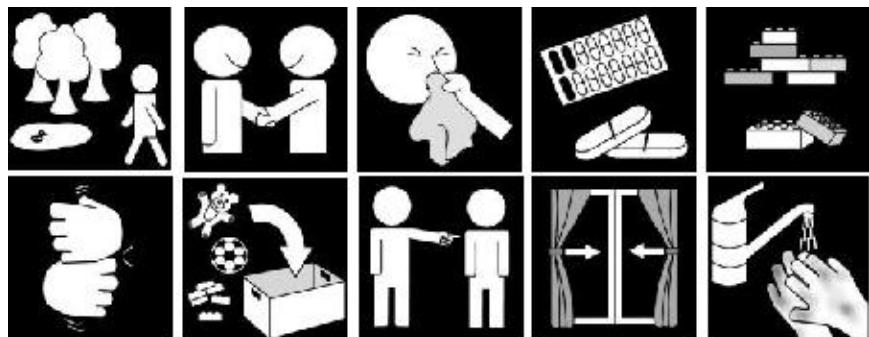


Figura 3.6: Ejemplo de pictogramas Sclera.

En la Figura 3.6 se puede ver un ejemplo de algunos de los pictogramas de Sclera. En este caso el fondo no se utiliza para establecer un significado concreto y las ideas se representan habitualmente con dibujos en blanco.

<sup>5</sup><https://www.sclera.be/>

### 3.1.1.4. Mulberry

Mulberry<sup>6</sup> ofrece mas de 3.000 pictogramas en un formato .svg que facilita su uso en el software SAAC. Están diseñados y revisados por personas acostumbradas a utilizarlos, y aportan símbolos inusuales en otros sistemas, como ebay, reflexología, etc. Como se puede ver en la Figura 3.7 los pictogramas son sencillos con fondo blanco y con imágenes a color representando ideas muy específicas.



Figura 3.7: Ejemplo de pictogramas Mulberry.

Los pictogramas Mulberry, por su nivel de detalle, están orientados principalmente a adultos o personas muy familiarizadas con el uso de pictogramas.

### 3.1.1.5. ARASAAC

El objetivo principal del Portal Aragonés de Comunicación Aumentativa y Alternativa (ARASAAC)<sup>7</sup> es la creación de un sistema pictográfico y un conjunto de herramientas libres y accesibles para todas las personas que lo puedan necesitar. El portal ofrece cinco catálogos de recursos: pictogramas a color, pictogramas en blanco y negro, fotografías, vídeos en Lengua Española de Signos (LSE) y fotografías en LSE. El recurso más conocido y utilizado son los pictogramas, ya que el portal cuenta con más de 15.000 pictogramas a color y mas de 14.000 en blanco y negro (López, 2017).

Para una misma palabra ARASAAC ofrece varios pictogramas. Por ejemplo, tal y como se puede ver en la Figura 3.8, ARASAAC ofrece tres pictogramas distintos para la palabra “hola”: uno en blanco y negro, otro en color y otro mas esquemático. Así en cada caso se pueden utilizar aquellos que el usuario comprenda mejor.

Además el catálogo de ARASAAC distingue por género y número ofreciendo para una misma palabra distintas representaciones. Por ejemplo, en la Figura 3.9 podemos ver el pictograma “niña” y su plural “niñas” que tiene una representación totalmente distinta con un grupo de niñas, y en la Figu-

<sup>6</sup><https://mulberrysymbols.org/>

<sup>7</sup><http://www.arasaac.org/index.php>



Figura 3.8: Pictogramas asociados a la palabra “holo”.

ra 3.10 se representa el equivalente en genero masculino, los pictogramas de “niño” y “niños”.

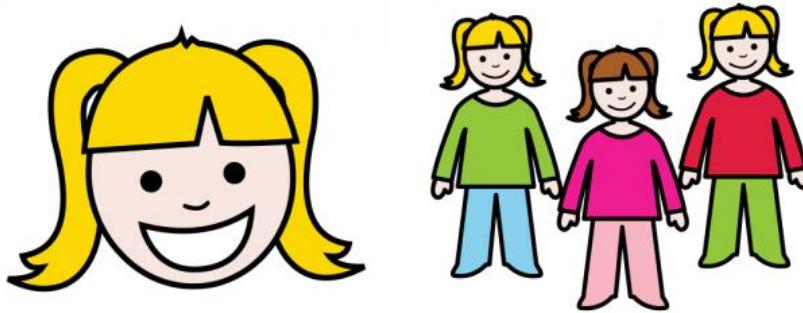


Figura 3.9: Representación de “niña” y su plural “niñas”.

Otra de las razones por las que ARASAAC ofrece un catálogo tan amplio es que también tiene representaciones de términos más abstractos como conjunciones o preposiciones. Como se puede ver en la Figura 3.11 estas están representadas mediante figuras geométricas relacionadas de distintas maneras.

Ademas, ARASAAC ofrece las traducciones de los pictogramas en distintos idiomas como catalán, inglés, francés, rumano y portugués.

### 3.1.2. Comunicacion mediante Pictogramas

Las personas con discapacidad cognitiva suelen emplear tableros de comunicación para comunicarse mediante pictogramas. Un tablero es un formato



Figura 3.10: Representación de “niño” y su plural “niños”.

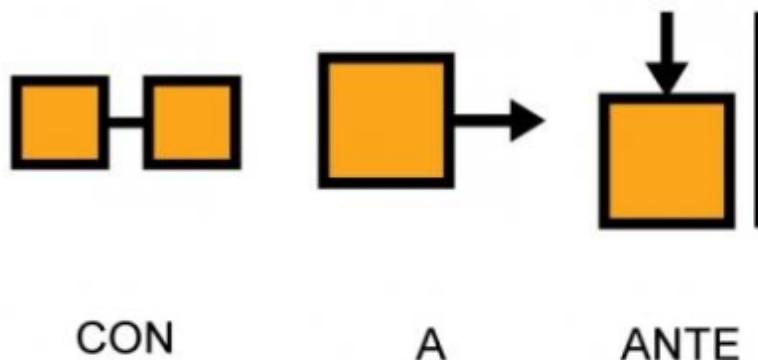


Figura 3.11: Representación de las preposiciones “con”, “a” y “ante”.

concreto en el que colocar los pictogramas y para que se entienda fácilmente que es lo se quiere expresar con este tablero. Hay formatos que se utilizan con mucha frecuencia ya que al utilizar siempre el mismo formato visualmente es más fácil de comprender (Ventoso, 2017).

Algunos de los formatos de tableros más empleados son:

- Agenda personal: sirve para mostrar todas las actividades que se van a realizar en un periodo de tiempo determinado (Sanz y Martén, 2002). En la Figura 3.12 se puede ver la agenda personal de una semana.
- Secuencias de actividades: sirven para mostrar los pequeños pasos que conllevan realizar una actividad mediante pictogramas. En la Figura

	LUNES	MARTES	MÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
10	ASAMBLEA	LENGUAJE	ASAMBLEA	LENGUAJE	EXCURSIÓN
10:30	MATEMÁTICAS	VAMOS A LEER	MATEMÁTICAS	VAMOS A LEER	AL MUSEO
11:00	TALLER DE MEMORIA	TALLER DE CUENTOS	TALLER DE LÓGICA	TALLER DE EXPRESIÓN	VEMOS ESCULTURAS
11:30	RECREO	RECREO	RECREO	RECREO	¡DESAYUNAMOS!
12:00	PSICOMOTRICIDAD	MANUALIDADES	CUBO DE IMÁGENES	TALLER DE PINTURA	MIRAMOS CUADROS

Figura 3.12: Ejemplo de tablero para agenda personal.

3.13 se muestra la secuencia de actividades que hay que seguir para lavarse los dientes.

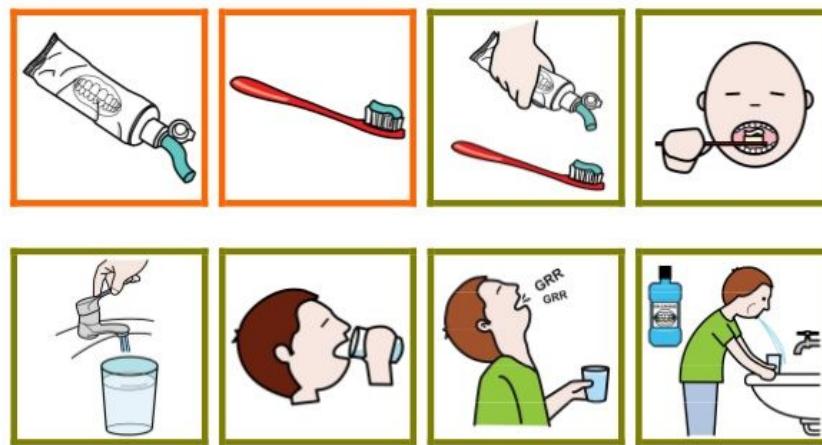


Figura 3.13: Ejemplo de tablero con la secuencia de actividades para lavarse los dientes.

- Normas: representación gráfica de normas de conductas y reglas sociales que se han de tener en cuenta en determinadas ocasiones. En la Figura 3.14 se puede ver un tablero con las normas de lo que se puede hacer y lo que no en el supermercado.



Figura 3.14: Ejemplo de tablero normas para el supermercado.

## 3.2. Editores de Tableros basados en Pictogramas

Existen diversas aplicaciones destinadas a facilitar la tarea de generar material con pictogramas para mejorar la comunicación de usuarios con discapacidad cognitiva. En las siguientes subsecciones se ofrece una breve descripción de algunas de ellas.

### 3.2.1. Pictoselector

Pictoselector<sup>8</sup> es una herramienta gratuita que permite crear agendas visuales y tableros de comunicación, todos ellos basados en tablas. Se centra en facilitar la elección e impresión de los materiales con pictogramas, imágenes y fotografías. Contiene mas de 28.000 pictogramas y da soporte al holandés, inglés, español, portugués y francés. Los pictogramas utilizados vienen de ARASAAC, Sclera, Mulberry y algunos propios de la aplicación. Para seleccionar el conjunto de pictogramas con el que se desea trabajar tenemos una lista como la de la Figura 3.15.

<sup>8</sup><https://www.pictoselector.eu/es/>

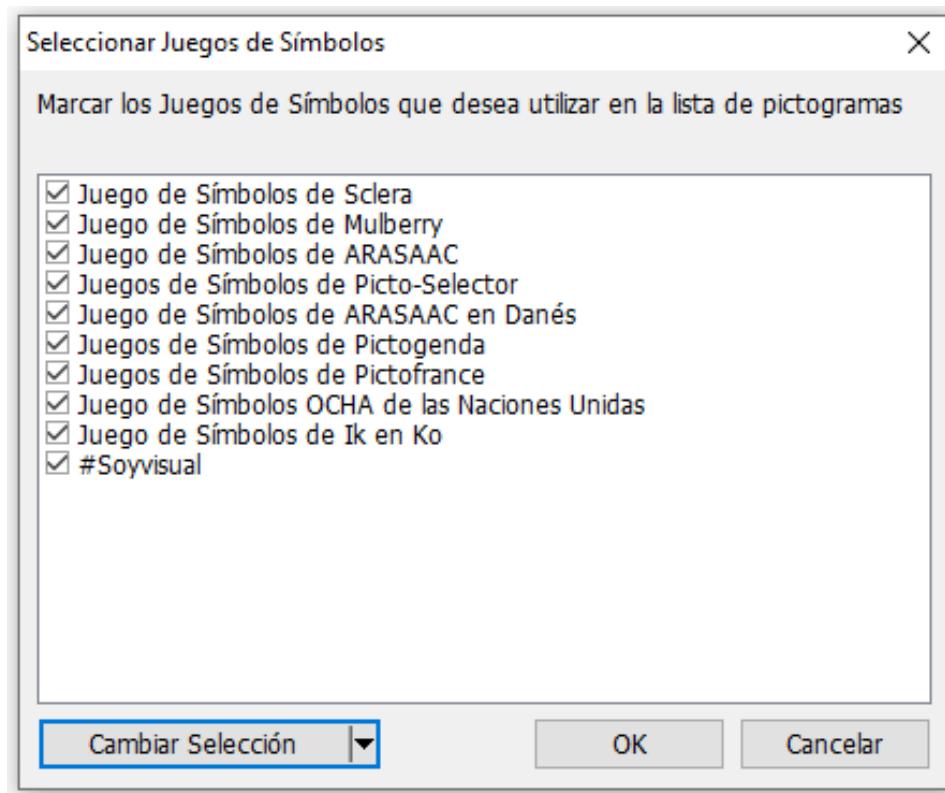


Figura 3.15: Vista de las opciones de selección de pictogramas en Pictoselector.

Para la creación del material hay que seguir un formulario por pasos que permite elegir como será la estructura del documento. Después de pedir el nombre del material se puede elegir entre cuatro opciones para generar el material, entre ellas esta la opción de escoger una plantilla predefinida o elegir el numero de filas y columnas de la tabla. En la Figura 3.16 se pueden ver el resto de opciones y una previsualización del estado final. En el caso de seleccionar la opción de filas y columnas, hay que definir el número de filas y columnas, con un máximo de 25 por cada una. Finalmente, se puede elegir la posición donde se desea mostrar el nombre de los pictogramas, y el formato de las celdas.

Una vez terminado dicho formulario habrá un área de trabajo en blanco sobre el que se irán añadiendo los pictogramas. En la Figura 3.17 se ve la pantalla y las opciones disponibles a la hora de elegir el contenido.

Pictoselector limita la estructura del material a una cuadrícula, lo que conlleva que los pictogramas sean todos del mismo tamaño. Partiendo de

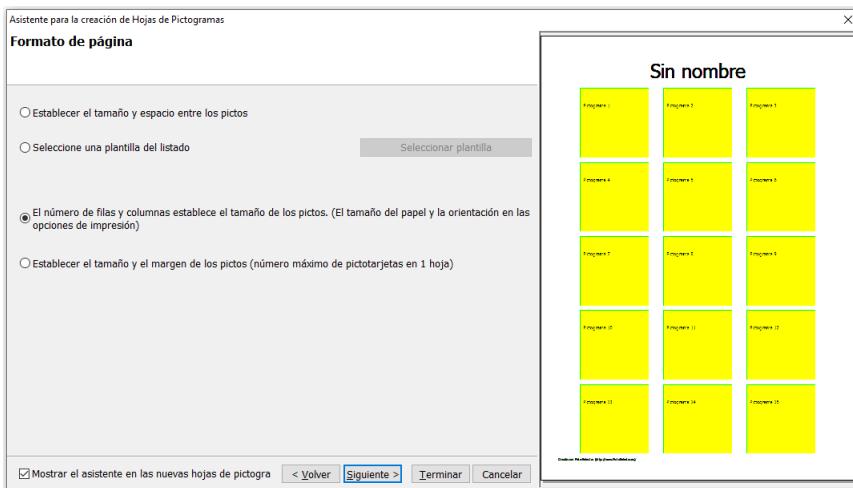


Figura 3.16: Vista de las opciones de selección de pictogramas en Pictoselector.

estas limitaciones, trata de ofrecer al usuario la mejor experiencia posible, permitiendo crear espacios en blanco, subir imágenes propias, etc, para poder personalizar el contenido al máximo. Ademas cuenta con una pequeña ventana, en la parte inferior izquierda, en la que podemos visualizar lo que seria el resultado final del trabajo.

### 3.2.2. Editores propios de ARASAAC

En el portal de ARASAAC<sup>9</sup> se pueden encontrar algunas herramientas propias que permiten generar recursos online. Cada herramienta es independiente y encontramos opciones bastante diversas, desde un generador de bingos hasta un generador de tableros de comunicación.

Las herramientas del portal de ARASAAC con las funcionalidades más similares a este proyecto son las siguientes:

- **Generador de tableros:** permite generar un tablero a partir de un numero de filas y de columnas, obteniendo así un tablero en el que también se puede determinar el tamaño de las celdas. En la Figura 3.18 se puede ver el resultado de generar un tablero de cinco columnas.
- **Generador de calendarios:** se puede elegir el mes sobre el que se

<sup>9</sup><http://www.arasaac.org/herramientas.php>

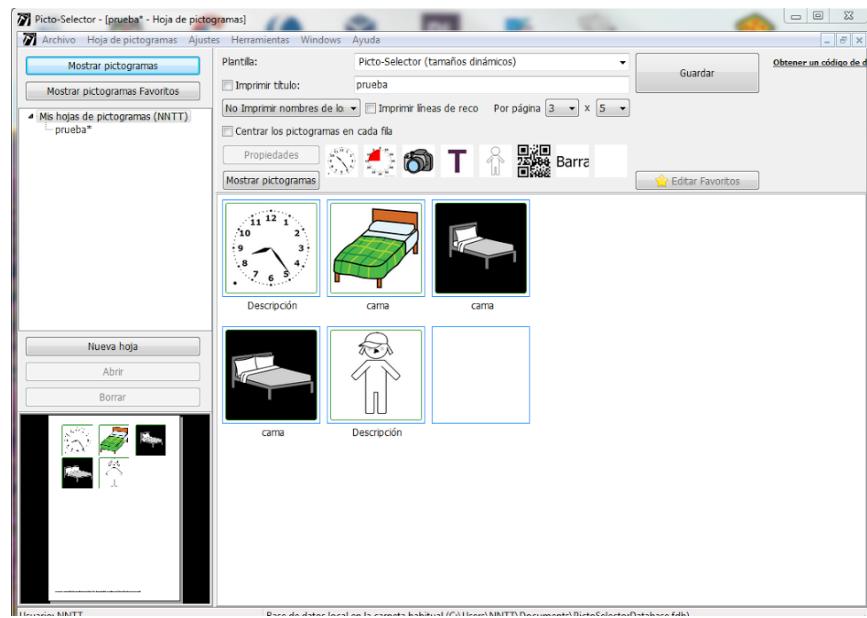


Figura 3.17: Pantalla principal de Pictoselector

quiere trabajar y la forma de mostrar los días (con o sin pictogramas). La Figura 3.19 muestra el calendario creado por la aplicación para el mes de mayo, como se puede ver en la fila superior se indica mediante pictogramas el día de la semana, y en cada celda se indica el número del día.

- **Generador de horarios:** para crear un horario hay que indicar el número de días, el número de horas que se necesita representar, y a partir de qué hora. En la Figura 3.20 se muestra un horario de cinco días empezando por el lunes a las 9:00 de la mañana, y a partir de esa hora una fila por cada hora.

Una vez generada la plantilla con cualquiera de estas tres herramientas se puede editar el contenido de cada celda eligiendo qué pictograma se quiere poner. Como se puede ver en la Figura 3.21 estas herramientas también permiten personalizar cada celda y cada pictograma eligiendo el fondo, el borde y que tenga texto o no. Esta personalización es la misma para todas las herramientas.

Además, todas las herramientas permiten exportar un fichero .rtf que se puede abrir en cualquier procesador de textos, pudiendo personalizarlo aún más y dando la posibilidad de imprimirla o exportarlo a pdf.



Figura 3.18: Tablero generado por el generador de tableros de ARASAAC

Figura 3.19: Calendario del mes de mayo generado por ARASAAC

### 3.2.3. Piktoplus

Piktoplus<sup>10</sup> es una aplicación para dispositivos Android que ofrece un apoyo integral audiovisual. Permite crear contenidos personalizados para comunicación, secuencias de trabajo y normas. Esta herramienta permite registrar a los usuarios para personalizar el contenido que utiliza cada usuario. También se pueden personalizar los rasgos del avatar del usuario para que se identifique con él.

Como se puede ver en la Figura 3.22, a la hora de generar el contenido se parte inicialmente de un tablero compuesto por siete columnas y cuatro filas, asignando a cada celda un pictograma. Las celdas se pueden modificar

<sup>10</sup><https://piktoplus.com/>



Figura 3.20: Horario generado por ARASAAC



Figura 3.21: Configuracion de las Celdas ARASAAC

para que ocupen más celdas. Por ejemplo en la Figura 3.22 el avatar de “Roi” ocupa cuatro celdas.

### 3.2.4. BoardMaker

BoardMaker<sup>11</sup> es una aplicación que existe en versión de escritorio y online. Esta herramienta permite al usuario diseñar cualquier tipo de contenido, partiendo de un lienzo en blanco en el que se pueden crear áreas, textos, y también pictogramas, estos pueden ir solos o estar asignados a un área. Además, cuenta con la opción de asociar a los pictogramas una cadena de texto en la posición que deseemos.

En la Figura 3.23 se puede ver la pantalla inicial de la herramienta online, sobre la que empezar a trabajar. En la barra superior hay distintas opciones como generar uno o varios recuadros, formas libres, insertar texto o pictogramas. En el menú lateral se muestran las distintas opciones de configuración dependiendo del elemento seleccionado. Para seleccionar los pictogramas esta herramienta cuenta con un buscador que da soporte a múltiples idiomas.

<sup>11</sup> <https://www.boardmakeronline.com/>

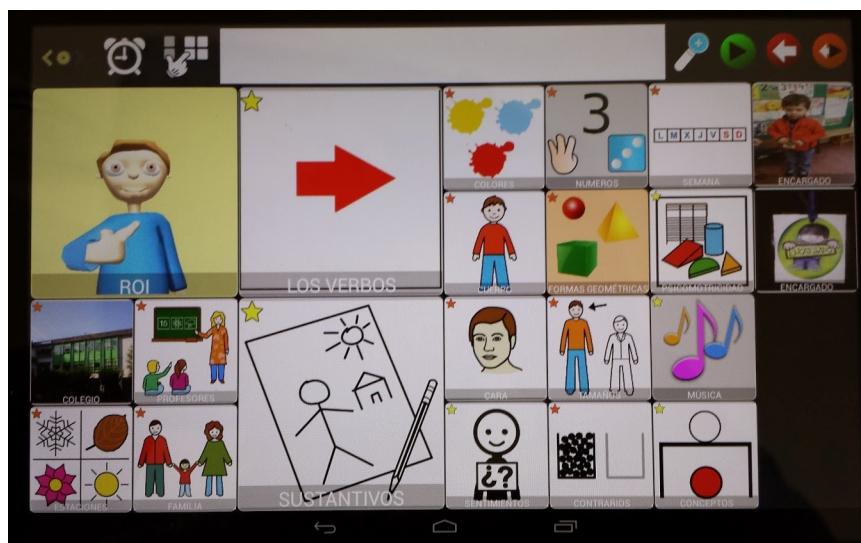


Figura 3.22: Generador de material con Piktoplus.

El mayor inconveniente que tiene esta aplicación es su precio, ya que su versión básica de escritorio cuesta \$399,00 y para tener la versión online hay que pagar \$9,99 al mes o \$99,00 al año.

### 3.2.5. Pictar

Pictar<sup>12</sup> es una herramienta de traducción de texto a pictogramas (Guerrero, 2018), que también permite elaborar contenido. Como se puede ver en la Figura 3.24 para generar un tablero hay que seleccionar el número de columnas y el número de elementos a repartir entre las columnas. También se puede ver que a la derecha cuenta con un buscador que contiene todos los pictogramas de ARASAAC. Una vez colocado un pictograma en la tabla se puede decidir si ponerlo en escala de grises o en el color original. Pictar además permite decidir si se muestra o no el texto en las celdas y en qué posición (arriba o abajo).

El gran inconveniente que tiene es que la distribución de los pictogramas está limitada a una tabla, haciendo también que el tamaño de cada pictograma esté preestablecido.

<sup>12</sup><http://hypatia.fdi.ucm.es/pictar/>

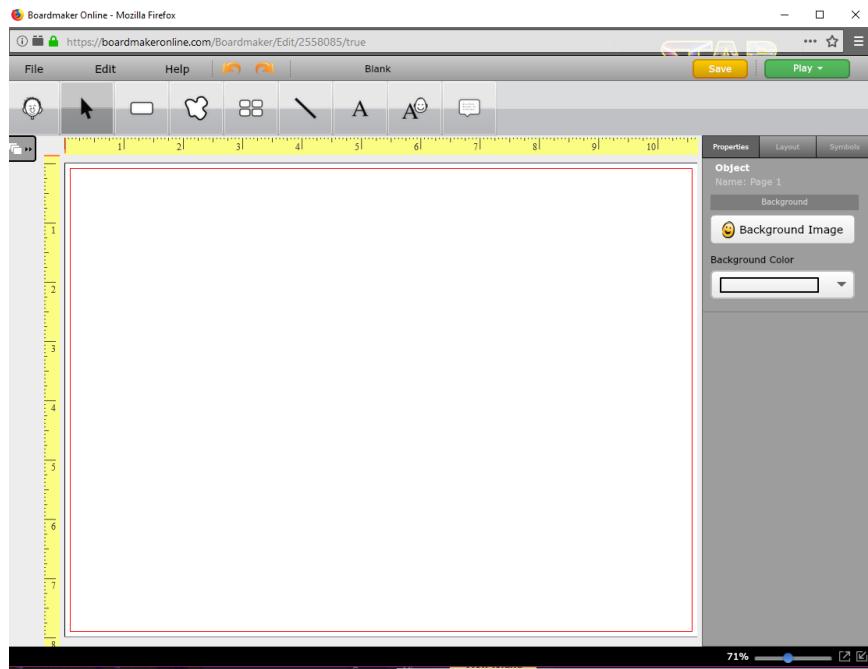


Figura 3.23: Pantalla inicial de BoardMaker Online

### 3.2.6. Conclusiones

A pesar de existir numerosas herramientas dedicadas a la creación de materiales basados en pictogramas, los usuarios aun no han encontrado una herramienta que les permita generar tableros de comunicación con la facilidad y agilidad que ellos necesitan. La excepción podría ser BoardMaker, pero ésta tiene un precio demasiado elevado, lo que provoca que la mayoría de los usuarios no utilicen esta herramienta.

Una vez analizadas las aplicaciones existentes, se han obtenido una serie de conclusiones sobre las funcionalidades de las aplicaciones:

- En las herramientas existentes se limita el tamaño de los pictogramas, impidiendo que los usuarios puedan poner un pictograma que representa una acción importante de un tamaño mas grande.
- Usar tablas o cuadriculas ya que obligan al usuario a colocar los elementos en posiciones determinadas y al generar un tablero no siempre se quiere seguir una cuadricula.
- Las herramientas analizadas no dan la opción de decidir de que pictograma se quiere mostrar el nombre o no, es decir, o se muestra para

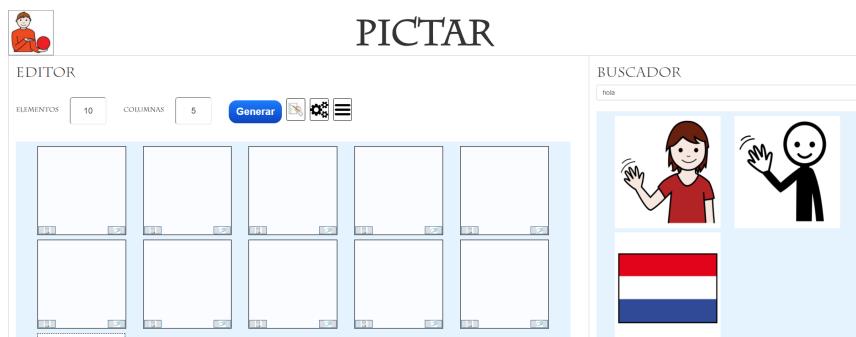


Figura 3.24: Pantalla principal de Pictar

todos o no se muestra para ninguno, pero hay ocasiones en las que el usuario aun no conoce el pictograma y es importante mostrar el nombre.

- Algunas de estas herramientas permiten cambiar el color del borde de todos los pictogramas, pero es interesante poder hacerlo individualmente ya que como se ha mencionado en algunos catálogos de pictogramas el color que se asocia al pictograma afecta al significado del mismo.
- Muchas de estas herramientas solo trabajan con pictogramas y el texto asociado al pictograma, pero también es muy importante el texto que aparece en los tableros ya que se puede utilizar para dar un contexto al mensaje.



# Capítulo 4

## Tecnologías

**RESUMEN:** En este capitulo se introducen las principales herramientas utilizadas en el proyecto, que son: interact.js en la sección 4.3 para arrastrar y soltar, html2canvas en la sección 4.4 para las miniaturas de las listas, y Realtime Database de Firebase en la sección 4.2 para listar el contenido publico de la herramienta.

### 4.1. Introducción

Este proyecto es una aplicación web para que sea accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet, ordenador, tablet o móvil. Al tratarse de una aplicación web, se ha desarrollado con HTML5 y CSS3, para ayudar en la maquetación se ha usado Bootstrap 4. Además para realizar las tareas más complejas se utiliza JavaScript.

Para que los usuarios puedan arrastrar y soltar los elementos en el tablero, igual que cambiarlos de tamaño se utiliza la librería interact.js que se explica en la sección 4.3. Dentro de los elementos que se pueden arrastrar, se encuentran los pictogramas, que llegan a la aplicación mediante la API de ARASAAC. Una vez generada la plantilla o tablero se puede guardar, para que el contenido sea privado de cada usuario se utiliza la API de LocalStorage y si se quiere compartir se puede publicar en una base de datos de Firebase que se explica en la sección 4.2. El uso de Firebase y LocalStorage permite desarrollar el proyecto sobre una arquitectura serverless.

LocalStorage es una API del navegador, accesible desde el cliente, el uso de LocalStorage en este proyecto permite guardar las plantillas y tableros de

cada usuario sin necesidad de tener que registrarlos, ya que se almacenan en cada dispositivo.

Para que los usuarios al ver los listados de plantillas y tableros supiesen a que elemento se correspondía, se tomo la decisión de mostrar una miniatura de los elementos, esto es posible gracias a la librería html2canvas que se explica en la sección 4.4.

#### 4.1.0.1. API de ARASAAC

{**TODO TODO TODO:** No se muy bien donde colocarlo, si aquí o en las tecnologías}

ARASAAC provee a los desarrolladores una API<sup>1</sup>, para facilitar el uso de sus recursos en proyectos software de terceros. Esta bajo una licencia Creative Commons que permite utilizar sus recursos, siempre que no sean aplicaciones con fines comerciales.

La API tiene métodos que permiten el acceso a materiales como agendas, normas, calendarios, etc. También tiene métodos que permiten trabajar con los pictogramas, dos de estos métodos son los que se han utilizado en la aplicación.

- Método de búsqueda, que permite buscar toda la información de los pictogramas correspondientes a la palabra buscada. Por cada resultado, se devuelve el id del pictograma y las distintas afecciones que puede tener la palabra.
- Otro método utilizado es el encargado de recibir el id de un pictograma y devolver la imagen correspondiente.

Esta API ofrece soporte a múltiples idiomas, al realizar la petición se indica el idioma asociado a la petición y el esperado en los resultados. Este es el listado de idiomas que soporta la API y en el formato que espera recibirla: es, ru, ro, ar, zh, bg, pl, en, fr, ca, eu, de, it, pt, gl, br, hr, val.

---

<sup>1</sup><https://beta.arasaac.org/developers/api>

## 4.2. Firebase

Firebase<sup>2</sup> es una plataforma de Google disponible para desarrollo Android, iOS y web, que permite desarrollar aplicaciones de calidad de forma muy rápida. Firebase ofrece gran cantidad de servicios, a continuación se explican brevemente algunos de los más destacados:

- **Realtime Database:** base de datos NoSQL que permite almacenar y sincronizar datos en tiempo real. Este servicio ha sido utilizado en el proyecto y se explicará detalladamente más adelante en este capítulo.
- **Authentication:** permite realizar la autenticación de los usuarios de manera fácil y segura. De manera predeterminada permite realizar este proceso con Google, Twitter, Facebook y GitHub, pero también se pueden utilizar muchos más.
- **Cloud Storage:** proporciona cargas y descargas de archivos sin importar la calidad de red y gestionando la capa de seguridad.
- **Hosting:** proporciona hosting estático, rápido y seguro para la web.
- **Cloud Functions:** permite crear funciones en JavaScript que se ejecutarán cuando tenga lugar algún evento de Firebase.

De todos los servicios que nos ofrece Firebase, en este proyecto se utiliza Realtime Database para la gestión de las plantillas y los tableros públicos. Firebase Realtime Database<sup>3</sup> es una base de datos NoSQL que permite sincronizar los datos con todos los clientes en tiempo real. Las siguientes funcionalidades son las que se utilizan en este proyecto:

- Sincronización de datos en tiempo real: esta funcionalidad nos permite que cuando se hace público un tablero o plantilla este accesible a todos los usuarios automáticamente. Esto es posible mediante la suscripción de eventos JavaScript, que se quedan a la espera de cambios en la base de datos.
- Accesible desde el cliente: se puede acceder a la base de datos desde el cliente, no es necesario un servidor, lo cual nos permite realizar una aplicación serverless. Además la seguridad y la validación de datos se realizan desde las reglas de seguridad que se pueden configurar desde firebase.

---

<sup>2</sup><https://firebase.google.com/>

<sup>3</sup><https://firebase.google.com/products/realtime-database/>

- Formato de datos JSON: los datos se almacenan en formato JSON, lo cual nos permite definir la estructura de datos a nuestro gusto y también tener la misma estructura que en las plantillas y tableros privados.

En la Figura 4.1 se muestra un esquema del funcionamiento de Firebase Realtime Database, se puede observar que cuando se produce un cambio en la base de datos desde un dispositivo se actualiza también en todos los demás dispositivos.

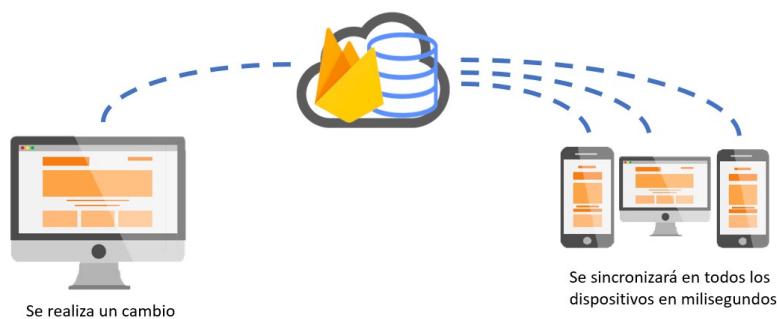


Figura 4.1: Esquema de funcionamiento de Firebase Realtime Database

### 4.3. Interactjs

Interact.js<sup>4</sup> es una librería de JavaScript que permite en navegadores modernos hacer “drag & drop” y cambiar el tamaño de los elementos.

Se ha decidido utilizar esta librería en el proyecto ya que de las opciones existentes, es la única que permite mover los elementos con mayor libertad, permitiendo así a nuestros usuarios colocar los elementos sin ningún tipo de restricción. La mayoría de herramientas disponibles solo permiten mover un elemento a una posición concreta y con características limitadas, es decir, un solo elemento por cada destino y de tamaño determinado. Algunos ejemplos de este caso son: HTML5 nativo, draggable.js, dragula.

Interact.js permite al usuario colocar los pictogramas dentro del área de lo que sera la plantilla, y ajustarlos al tamaño que desee. Interact.js también permite crear una cuadricula que sirve para que el usuario la utilice de guía

<sup>4</sup><https://interactjs.io/>

al colocar los elementos y los pueda alinear fácilmente. Pero se descarto la posibilidad de utilizar esta funcionalidad ya que no era compatible con la funcionalidad de cambiar el tamaño de los elementos, que se consideraba mas importante para los usuarios.

#### 4.4. **Html2canvas**

Html2canvas<sup>5</sup> es una librería JavaScript que permite hacer capturas de paginas web o partes de ella. Para hacer las capturas el script recorre el DOM recopilando toda la información posible, para posteriormente reconstruir los elementos en un canvas, que utilizaremos como imagen para las miniaturas de las plantillas. Al no realizar una captura de lo que se ve en la pantalla, el resultado obtenido puede que no sea 100 % preciso. Esta librería presenta algunos problemas de compatibilidades:

- Para que la herramienta capture todas las imágenes, estas han de estar en el servidor, si las imágenes vienen de una url externa no podrá acceder a ellas. Esto provoca que las miniaturas no contengan los pictogramas que nos provee la API de ARASAAC.
- No soporta todas las propiedades CSS, entre ellas clip-path, provocando que las formas geométricas en la miniatura salgan como cuadrados.

Esta librería resulta muy útil para dar al usuario una idea del formato del elemento sin necesidad de abrirlo, ya que si es posible representar los bordes, los colores, y los textos sin problema.

---

<sup>5</sup><https://html2canvas.hertzen.com/>



# Capítulo 5

## PicTableros

**RESUMEN:** En este capítulo se explica el proceso de desarrollo de la aplicación, empezando por el análisis de los requisitos que se explica en la sección 5.1. Despues, en la sección 5.2 se explica el diseño de la interfaz y en la sección 5.3. Finalmente se explica el proceso de evaluacion con los usuarios en la sección 5.4

### 5.1. Análisis de requisitos

En este proyecto se ha dado mucha importancia al usuario final de la aplicación, con la intención de desarrollar una herramienta que cubra sus necesidades. Por ello, se ha trabajado conjuntamente con la Asociación de Autismo Sevilla.

Como ya se ha explicado anteriormente, para facilitar la comunicación con personas con discapacidad cognitiva se suelen emplear formatos que reconocen y entienden mejor. Pero a pesar de que ya existen herramientas destinadas a realizar esta tarea, los usuarios aun no han encontrado una que se adapte a sus necesidades. Esto motivó el desarrollo de una herramienta que permita a los usuarios diseñar sus plantillas y tableros de una manera mas sencilla.

En una reunión que tuvo lugar el 22 de Febrero durante una Jornada de Trabajo en Aulas TIC 2017, desde la Asociación de Autismo Sevilla nos transmitieron la necesidad de una aplicación que les permitiese digitalizar los formatos que utilizan para comunicarse con sus usuarios, ya que hasta el momento es un trabajo que realizan de manera manual.

Para identificar los requisitos necesarios de este proyecto desde la Asociación de Autismo Sevilla nos hicieron llegar una serie de plantillas que utilizan con frecuencia. En base a las plantillas de la Figura 5.1 se establecieron los siguientes requisitos y funcionalidades necesarias para los usuarios:

- La aplicación debe ser accesible desde cualquier dispositivo y en cualquier momento, para que los usuarios puedan acceder a su material en cualquier situación.
- Buscador con todos los pictogramas de ARASAAC.
- Poder arrastrar y soltar los elementos en cualquier posición de la plantilla.
- Cambiar el tamaño de los elementos.
- Crear cuadros de texto, en los que poder establecer el color del texto, el borde y el fondo.
- Crear áreas en las que poder colocar los pictogramas, y personalizar el color del borde y del fondo, para conseguir áreas personalizadas como en la plantilla de “Normas 1”.
- Personalizar los pictogramas cambiando el color del borde y fondo.
- Como se puede ver en la plantilla “Normas 2” es necesario poder tachar los pictogramas.
- Crear pictogramas en blanco que permitan al usuario cuando vuelva a usar la plantilla sustituirlos fácilmente.

## 5.2. Diseño de la interfaz

Después de obtener los requisitos, ya se tenía una idea más o menos clara de como debía ser la aplicación y con que funcionalidades tenía que contar. Se realizaron prototipos en papel de la aplicación, para que los pudiesen evaluar los usuarios finales y así obtener una aplicación que se adaptase lo máximo posible a sus necesidades. Los prototipos en papel al completo se encuentran en el repositorio de GitHub. {TODO TODO TODO: poner enlace a los prototipos en papel}

En la Figura 5.2 se muestra el prototipo de la lista de plantillas privadas, en el caso de los otros listados el formato es similar, pero cambiando las opciones sobre el elemento.

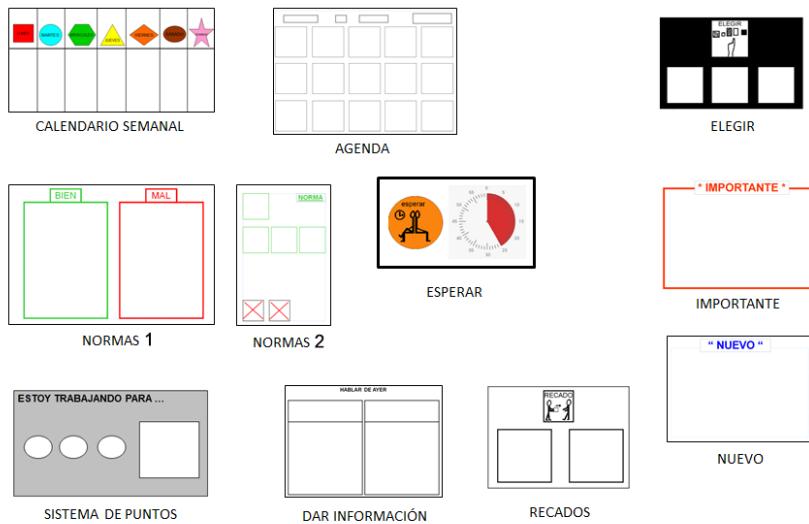


Figura 5.1: Plantillas de la Asociación Autismo Sevilla

En el menú lateral se pueden observar las listas de plantillas desplegadas, publicar y privadas, y la opción de crear una nueva plantilla. En el caso de los tableros, serían las mismas opciones.

Para las plantillas privadas tenemos las siguientes opciones, se decidió mostrar las opciones con texto, en vez de iconos, ya que explican mejor la funcionalidad de cada una:

- **Publicar:** que sirve para publicar el elemento y así todo el mundo pudiese acceder a él.
- **Editar:** que lleva al editor de elementos.
- **Utilizar cono tablero:** esta opción solo está disponible para las plantillas y sirve para utilizar este material como un tablero.
- **Duplicar:** crea una copia del material.
- **Eliminar:** elimina el material.

Al final del listado, se encuentran los botones de importar y descargar, que permiten a los usuarios compartir el material generado entre dispositivos.

En la Figura 5.3 se puede observar el editor de plantillas, que cuenta con tres secciones:

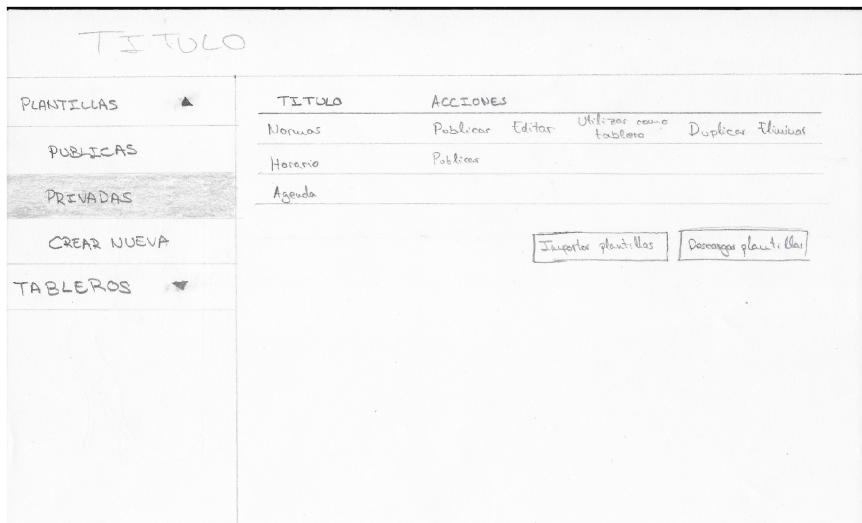


Figura 5.2: Prototipo en papel de la lista de plantillas privadas.

- En la parte superior, se muestra una barra con un botón que lleva a la vista de los listados y el nombre del elemento que estamos editando. Para editar este nombre se dispone de un botón que mostrará un input de texto que permita cambiar el valor del título.
- En la izquierda de la vista, se muestra un área que en ese momento contiene la plantilla de elegir entre tres opciones. Los pictogramas que pone “Nuevo” se podrán sustituir posteriormente por las opciones entre las que elegir.
- En la derecha, se muestra el buscador de pictogramas, y tres elementos que permiten al usuario personalizar la plantilla. El primer elemento es el área, el segundo es un pictograma en blanco, y el tercero es un cuadro de texto.

Todos los elementos que se pueden utilizar para crear una plantilla o tablero se pueden personalizar, una vez arrastrados al área principal pulsando sobre ellos aparece sobre el menú de la derecha un menú distinto con las opciones de personalización. En la Figura 5.4 se pueden observar las opciones de personalización de los pictogramas.

De un pictograma se puede cambiar el color del borde y del fondo, también se puede cambiar el texto asociado al pictograma y decidir si se quiere mostrar o no el texto. La última opción disponible es la opción de tachar el pictograma, esta opción cambia según pulsas en ella permitiendo tachar, poner un tick o no poner nada.

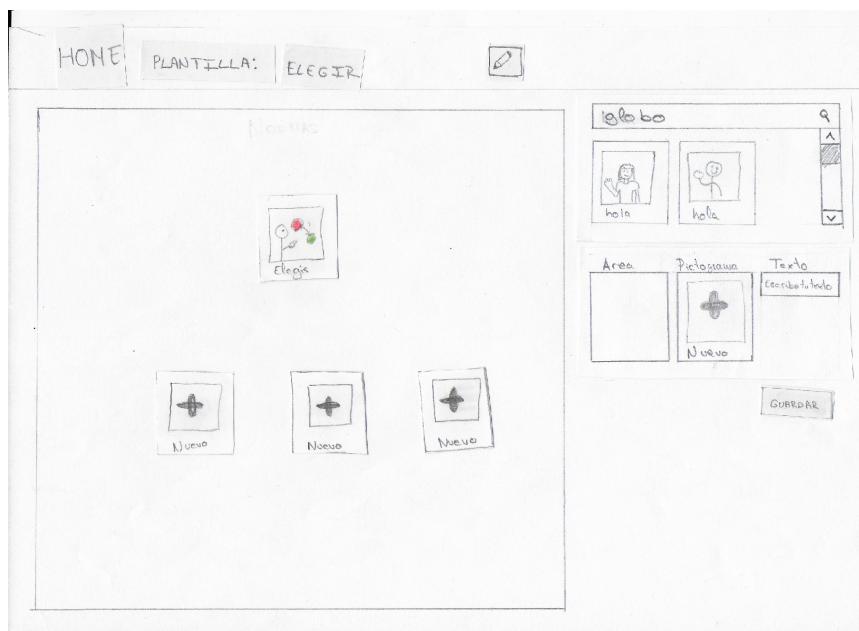


Figura 5.3: Prototipo en papel de la vista del editor de plantillas.

Después de realizar los prototipos en papel, tuvo lugar una reunión con la Asociación Autismo Sevilla en la que se explicó a los usuarios el funcionamiento de los prototipos y como sería su uso se obtuvieron una serie de recomendaciones de cosas a mejorar, para que la experiencia de uso fuera mejor y se adaptase a las necesidades de los usuarios.

En la figura 5.5 se puede ver la lista de los cambios propuestos junto con la dificultad de implementar cada uno de los cambios y la importancia. Una vez definida la importancia y la dificultad de los cambios propuestos se ha obtenido un valor promedio, para asignarles una prioridad a la hora de realizar dichos cambios.

De los cambios propuestos se han realizado la mayoría de ellos, a continuación se enumeran los cambios que no se han podido llevar a cabo junto con una explicación de por qué:

- **Eliminar tableros públicos:** la funcionalidad de publicar los tableros ya estaba implementada cuando se recibieron estas propuestas, y dado que no era muy relevante se decidió dejar en el proyecto.
- **Vincular plantillas entre sí:** esta funcionalidad permitiría a los usuarios asociar plantillas, peor no se ha podido implementar esta funcionalidad por la falta de tiempo y por que es bastante compleja.

- **Posibilidad de cambiar los pictogramas (Si eliminas un pictograma del tablero que los demás se recoloquen):** esta funcionalidad es muy útil si en una agenda por ejemplo se cancela una actividad se pasaría a mostrar la siguiente actividad, pero al permitir al usuario trabajar con un área libre en vez de cuadriculas, no se puede determinar un orden para que esto sucediese.
- **Añadir buscador de imágenes de google:** esta funcionalidad no se ha implementado, por que no se ha encontrado una herramienta que permita realizar una búsqueda con imágenes de Google.
- **Añadir imágenes personales:** esta funcionalidad no se ha implementado por que al no registrar a los usuarios no se les podrían y asociar las imágenes, tampoco se cuenta con un servidor en el que guardar las imágenes ya que la arquitectura es serverless.

El resto de cambios si se han implementado y estos han provocado que las interfaces finales fuesen distintas a los prototipos en papel. A continuación se enumeran algunos de los cambios más relevantes:

- En las vistas de los listados:
  - En los listados se muestran las miniaturas de los elementos, lo cual ha provocado que también cambie la disposición de los botones de las opciones, y también los botones de importar y exportar ahora aparecen en la parte superior, ya que al mostrar las miniaturas las listas son más largas y si se ponen al final, normalmente no se verían.
  - El menú lateral ya no son listas desplegables si no que está siempre desplegado así las opciones están más accesibles.
  - En las opciones de los elementos se ha añadido la opción de ver, que permite a los usuarios visualizar la plantilla o el tablero sin los menús de configuración que provocarían distracciones.
- En las vistas del editor:
  - Se han añadido todas las figuras geométricas y la flecha, aparecerán a continuación del área, el pictograma en blanco y el cuadro de texto.
  - Los cuadros de texto tendrán la opción de ser editables o no, lo cual implica que si es editable en el tablero se podrá cambiar el texto.

- Las opciones de tachado, y poner el tick se han ampliado para los tableros. Y tanto para plantillas como para tableros ahora aparecen todas una al lado de otra, ya no hay necesidad de ir pulsando para cambiar, por que resultaba confuso.

### 5.3. Implementacion

Después de los requisitos obtenidos se decidió desarrollar este proyecto como una aplicación web, para hacerlo accesible desde cualquier dispositivo, ya sea ordenador, móvil o tablet. La aplicación consta de dos vistas principales: el editor de las plantillas y tableros, y los listados de los mismos. Que se explicaran mas adelante detalladamente en las secciones ?? y ??.

El desarrollo de la interfaz se ha realizado con HTML y CSS. Para permitir el uso de la aplicación en todo tipo de dispositivos se ha realizado un diseño responsive para adaptar los elementos dependiendo de la pantalla y la orientación, para facilitar esta tarea se ha utilizado Bootstrap que con sus media-queries se adaptan a las características del dispositivo.

Para el resto de funcionalidades como arrastrar y soltar, buscar pictogramas, guardar, publicar, etc. se utiliza JavaScript. Al ser JavaScript un lenguaje que se puede interpretar en el cliente, permite que la arquitectura de esta aplicación sea serverless.

A continuación se va a explicar en detalle las dos vistas principales de la aplicación y algunas de las funcionalidades específicas de cada una.

#### 5.3.1. Listados

La vista con las listas de las plantillas o tableros es la vista inicial de la aplicación, es decir lo primero que se ve al entrar a la aplicación. Inicialmente se encuentra la lista de plantillas privadas, que se corresponde con la Figura 5.6. Esta vista cuenta con un menú lateral, que permite al usuario navegar entre los distintos tipos de contenido: plantillas privadas, plantillas públicas, tableros privados y tableros públicos. Para navegar entre las distintas vistas se ha implementado un router en el cliente, que carga las listas según el hash, sin necesidad de recargar la pagina, haciéndola mas dinámica.

En las plantillas y tableros privados existe una opción de importar y exportar, que se puede ver en la esquina superior izquierda de la Figura 5.6. Al exportar se genera un fichero .json con todas las plantillas o tableros del usuario, para poder compartir el material entre dispositivos y con otros usu-

rios. Cuando se importa un archivo se guarda un objeto con cada plantilla o tablero en LocalStorage.

Después de recoger las opiniones de los usuarios sobre los prototipos en papel se decidió que era necesario mostrar una miniatura del elemento, para que así los usuarios pudieran tener una idea del elemento sobre el que se está trabajando. Para poder mostrar la miniatura se utiliza la librería html2canvas, que lee un elemento del DOM, en este caso el área de la plantilla, y reconstruye los elementos en un canvas. Con el canvas se puede generar una imagen codificada en base64 que se asocia al contenido al guardarla.

Como se puede ver, el usuario dispone de cuatro tipos de contenido con diversas opciones que se explicarán a continuación:

- **Plantillas privadas:** en la Figura 5.7 se pueden ver las distintas opciones disponibles para las plantillas privadas. La opción “Usar como tablero” crea una copia de la plantilla seleccionada, cambiando el tipo a tablero y abre el editor de tableros.
- **Plantillas públicas:** en la Figura 5.8 se pueden ver las distintas opciones disponibles para las plantillas públicas. Estas plantillas son las que los usuarios deciden publicar y compartir, por este motivo para realizar cualquier acción sobre estos elementos primero hay que generar una copia que pertenezca al usuario.
- **Tableros privados:** en la Figura 5.9 se pueden ver las distintas opciones disponibles para los tableros privados. Como se puede ver son las mismas funciones que para las plantillas privadas a excepción de la de “Utilizar como tablero”.
- **Tableros públicos:** en la Figura 5.10 se pueden ver las distintas opciones disponibles para los tableros públicos.

{**TODO TODO TODO:** Si al final quito la opción de ver de los elementos públicos actualizar imágenes}

La opción de publicar común a las plantillas y a los tableros privados guarda el tablero en una base de datos realtime de Firebase, que permite que las listas de plantillas y tableros públicos se actualicen cada vez que se publica un tablero o plantilla. En Firebase se guarda un objeto con la siguiente estructura, en la Figura 5.11 se puede ver un ejemplo:

- **contenido:** contiene el elemento del DOM correspondiente a la plantilla.

- **id**: identificador de cada elemento.
- **miniatura**: contiene una imagen en base64, para poder mostrar las miniaturas.
- **tamano**: se guarda el ancho y el alto del elemento original, para después poder ajustarlo si cambia el tamaño de la pantalla.
- **tipo**: determina el tipo del elemento, plantilla o tablero.
- **titulo**: contiene el título asociado al elemento.

### 5.3.2. Editor

La vista de edición es la más importante de la aplicación, a esta vista se llega de dos maneras: creando material nuevo o editando material ya existente. Esta vista se corresponde con la Figura 5.12.

Para que el usuario pudiera generar los materiales libremente y sin restricciones, se ha implementado un sistema que permite arrastrar los elementos del menú de la derecha al área principal, destinada para formar las plantillas o tableros. Para implementar este sistema se ha utilizado la librería interact.js que mediante eventos permite al usuario mover y cambiar el tamaño de los elementos. Cuando se arrastra un elemento al área principal se crea una copia del mismo en las coordenadas en las que se ha soltado, haciendo que el original vuelva a su posición para que este disponible siempre que se necesite.

Esta vista está dividida en dos zonas principales, el área a la que arrastrar los elementos y el menú lateral derecho donde se muestran distintas menús que se explicarán más adelante. En la barra superior se muestra un input de texto que permite editar el título del elemento sobre el que estamos trabajando, como se puede ver en la Figura 5.13, la etiqueta de este input es distinta para tableros y plantillas para que el usuario distinga fácilmente sobre que esta trabajando.

El menú lateral se genera dinámicamente dependiendo del elemento que estamos editando, inicialmente se muestran todos los elementos que se pueden arrastrar al área principal, este menú cambia si el usuario pulsa sobre uno de los elementos del área mostrando los ajustes relativos al elemento.

Como se puede ver en la Figura 5.14 el menú inicial tiene un buscador que funciona con la API de ARASAAC, la librería que permite arrastrar los elementos no es compatible con la propiedad “overflow” de CSS, por esta razón

se muestran todos los resultados de la búsqueda en una lista completa. Para mostrar u ocultar los resultados se puede utilizar el botón que se encuentra al final de la barra de búsqueda. El resto del menú esta compuesto por un área, un pictograma en blanco, un cuadro de texto y diferentes figuras geométricas que se utilizan para plantillas como el calendario semanal de la Figura 5.1. Cuando se pulsa sobre el botón de “Guardar” se guarda un objeto en LocalStorage con el mismo formato que el objeto de Firebase, de esta manera al publicar un elemento no es necesario realizar una transformación del objeto para mantener la coherencia. Ademas al guardar el objeto en LocalStorage se asocia a cada usuario y dispositivo sin necesidad de registrarlos.

Cuando se pulsa sobre el fondo se muestra un editor como el de la Figura 5.15, se puede editar el color del fondo y el borde. También hay un input de texto que permite personalizar un titulo que se encuentra en la parte superior del área, el checkbox sirve para mostrarlo u ocultarlo.

Para editar el resto de elementos de la plantilla basta con pulsar sobre ellos, esto es posible gracias a los eventos de la misma librería que permite arrastrar los elementos, ya que también gestiona eventos de táctil y ratón de manera unificada. En la Figura 5.16 se pueden ver las opciones de personalización de los pictogramas y de las áreas, muy similares entre ellas, así que era necesario que el usuario supiese que elemento esta editando, para ello se añadió una sombra para indicar que ese es el elemento que se esta editando, se puede ver un ejemplo en la Figura 5.17 que representa un pictograma sin seleccionar y un área seleccionada.

En la Figura 5.18 se muestra el editor de los cuadros de texto, todos los editores tienen unas opciones similares pero dependiendo del elemento existen algunas opciones distintas, en este caso ademas se puede editar el color del texto y se puede decidir si ese texto posteriormente se podrá editar, es decir, si el checkbox de editable esta activado cuando se utilice como un tablero se podrá editar, pero no en caso contrario.

Todos los ejemplos anteriormente mencionados forman parte de la edición de plantillas, ya que los tableros tienen unas opciones de personalización mucho mas limitadas. Inicialmente los tableros solo cuentan con el buscador de pictogramas para poder llenar las plantillas, ademas algunos elementos cuentan con algunas opciones de personalización adicionales, para añadir mayor funcionalidad a los tableros. Como ya se ha mencionado anteriormente los cuadros de texto si tienen la opción de editable marcada anteriormente, en los tableros se podrá cambiar el texto que contienen. En la Figura 5.19 se muestran la opciones de personalización disponibles para áreas y pictogramas, que permiten al usuario tachar, poner un tick, un punto amarillo o una transparencia azul por encima del área o del pictograma. El punto amarillo y la transparencia azul se utilizan para marcar una tarea como realizada,

dependiendo de la plantilla sobre la que se este trabajando.

## 5.4. Evaluación

Gracias a la Asociación de Autismo Sevilla se han podido realizar pruebas de la aplicación con los usuarios finales, a los que se les ha pedido que realicen una evaluación después de probarla. La aplicación esta destinada padres, tutores y profesores, por tanto serán profesionales del colegio los encargados de la evaluación.

### 5.4.1. Diseño de la evaluación

Se decidió realizar la evaluación en Excel, para que los evaluadores pudieran realizar la evaluación a su propio ritmo. El documento de Excel contiene tres hojas: una hoja explicando los pasos a seguir para realizar la evaluación, otra con la imagen de las plantillas que tienen que replicar y una ultima con la evaluación que tienen que llenar, esta ultima tiene que generarse para cada evaluador.

El objetivo de esta evaluación es determinar la usabilidad y la utilidad de la aplicación para los usuarios finales.

Los primeros datos que se recogen del usuario son su nombre y apellidos y el cargo que ocupan en el colegio, esto sirve para saber como de familiarizados están con este tipo de herramientas. También es necesario conocer los detalles sobre el dispositivo en el que se realizará la prueba para evaluar los resultados según el dispositivo.

Después de llenar estos datos, lo siguiente es empezar con la evaluación que consta de cuatro fases que se explicaran detalladamente a continuación.

En la primera fase se pedía a los evaluadores realizar cada una de las plantillas planteadas, de las que interesa saber cuanto tiempo habían invertido en realizar cada una, cuanto se parecía el resultado al original, cuanto les había costado realizarla y el nivel de satisfacción con el resultado.

En la segunda fase tenían que utilizar cada una de las plantillas realizadas anteriormente como un tablero, de esta fase se recogía información del tiempo invertido, el nivel de dificultad y el nivel de satisfacción con el resultado.

Al final de cada fila en ambas fases, siempre hay disponible un campo de observaciones en el que los evaluadores puedan comentar todo aquello que

crean relevante para la evaluación.

La siguiente fase se trata de una prueba libre para que los evaluadores puedan explorar libremente las funcionalidades de la aplicación, y así saber si los usuarios podrían utilizar fácilmente la aplicación sin guías y aprovechar todas las funcionalidades de la misma

La ultima fase es un cuestionario para conocer la opinión de los evaluadores, el cuestionario se divide en dos partes, la primera que se evalúa según una escala likert de cinco puntos, y la segunda que es de respuesta libre.

Las siguientes cuestiones se corresponden a la primera parte del cuestionario para responder con una escala de uno a cinco:

- La aplicación es fácil de utilizar.
- Me gustaría utilizar la aplicación en mi día a día.
- Recomendaría esta aplicación a otras personas.
- Me parece útil poder exportar e importar mis tableros y plantillas.
- Me parece útil poder hacer públicos mis tableros.
- Me parece útil poder hacer públicas mis plantillas.
- La navegación por las distintas vistas me parece intuitiva.
- Se entiende fácilmente la finalidad de cada uno de los elementos que se pueden utilizar para crear plantillas y tableros.
- Se entienden las opciones de personalización de los elementos.
- El texto de los botones es descriptivo y me ayuda a comprender lo que hacen.

Las cuestiones de la segunda parte son de desarrollo ya que son cuestiones mas generales sobre que funcionalidades no han utilizado, funcionalidades que sobran, y funcionalidades que faltan, ademas hay un apartado de observaciones generales por si hay algo que crean relevante y no se haya preguntado anteriormente.

#### **5.4.2. Resultados de la evaluación**

#### **5.4.3. Análisis de la evaluación**

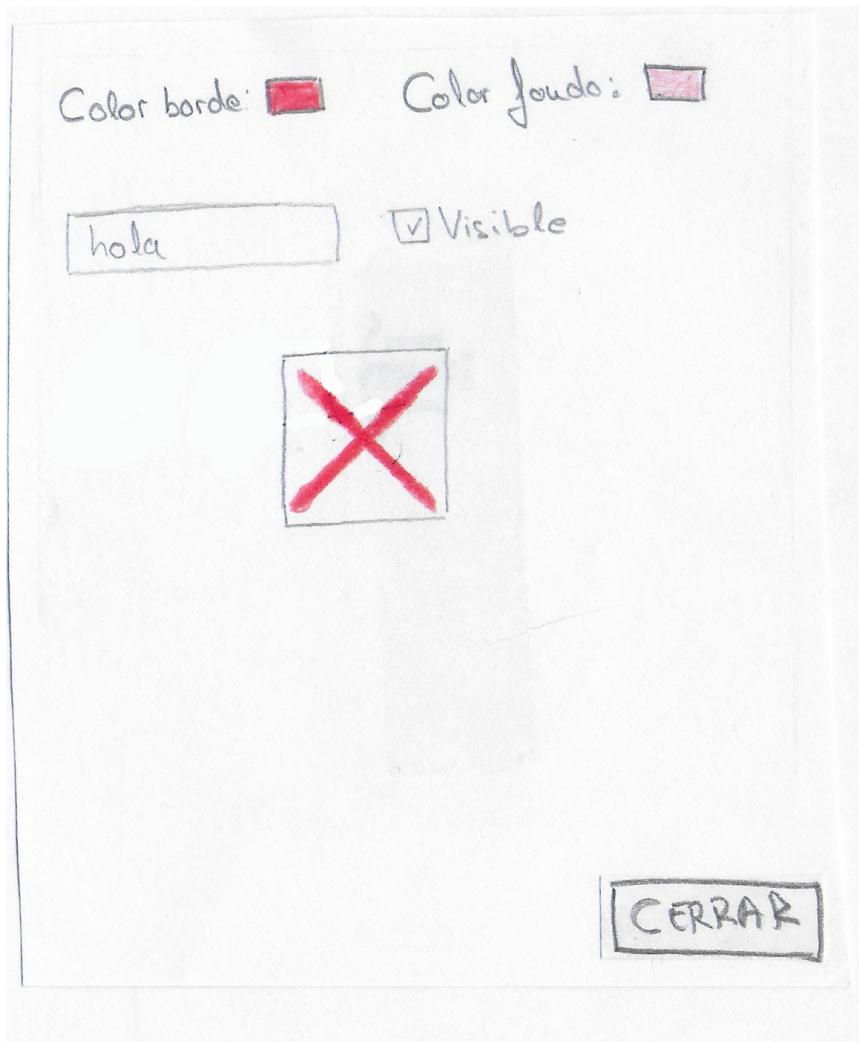


Figura 5.4: Prototipo en papel del menú de ajustes.

<u>Cambios propuestos</u>	<u>Dificultad</u>	<u>Importancia</u>
Vista por defecto plantillas privadas	Verde	Naranja
Dispositivo móvil	Naranja	Naranja
Mostrar miniatura del contenido	Naranja	Naranja
Eliminar tableros públicos	Verde	Verde
Crear vista para mostrar tablero (sin opciones de editar)	Naranja	Naranja
<b>Para las plantillas</b>		
Figuras geometricas, para días de la semana (cuadrado, círculo, hexágono, triángulo, rombo, elipse, estrella)	Naranja	Naranja
Añadir opción de editar a los cuadros de texto	Naranja	Naranja
Añadir flecha	Verde	Naranja
Añadir pictograma de esperar	Naranja	Naranja
Añadir círculos	Verde	Naranja
Vincular plantillas entre si	Naranja	Verde
Poder cambiar el color del texto	Verde	Naranja
Tachar pictograma	Verde	Naranja
Tick pictograma	Naranja	Naranja
Poner borde para el picto nuevo	Verde	Naranja
Hacer los bordes del área más gruesos	Verde	Naranja
<b>Para los tableros</b>		
Poder editar el texto (según se haya establecido previamente)	Naranja	Naranja
Posibilidad de cambiar los pictogramas (Si eliminás un pictograma del tablero que los demás se recoloquen)	Naranja	Naranja
Poder poner un punto amarillo cuando la tarea este completada	Verde	Naranja
Añadir buscador de imágenes de google	Naranja	Naranja
Tachar pictograma	Verde	Naranja
Tick pictograma	Naranja	Naranja
Tapar pictograma (transparencia azul)	Verde	Naranja
Añadir imágenes personales	Naranja	Naranja

Figura 5.5: Lista de cambios propuestos junto con su dificultad y su importancia



Figura 5.6: Vista del listado de las plantillas privadas

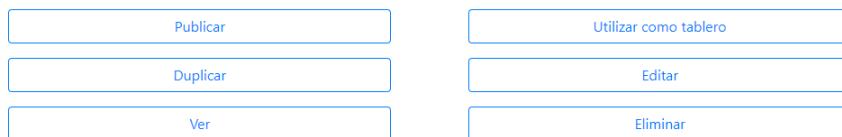


Figura 5.7: Opciones de las plantillas privadas



Figura 5.8: Opciones de las plantillas publicas

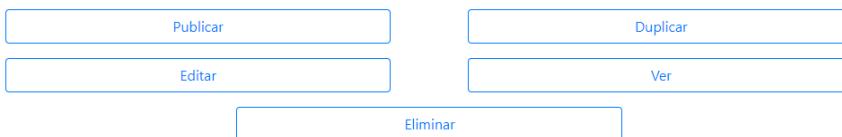


Figura 5.9: Opciones de los tableros privados



Figura 5.10: Opciones de los tableros públicos.

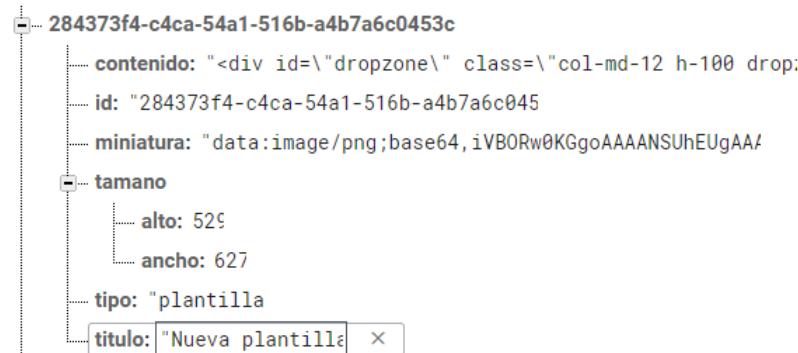


Figura 5.11: Ejemplo de un objeto tipo plantilla

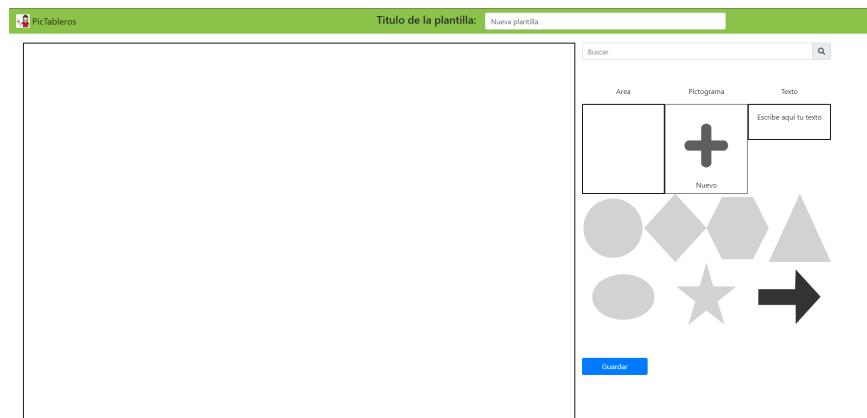


Figura 5.12: Vista del editor

The image shows two input fields side-by-side. The first input field has a green header with the text "Titular de la plantilla:" and contains the placeholder "Nueva plantilla". The second input field has a green header with the text "Titular del tablero:" and contains the placeholder "Nuevo tablero". Both input fields have a white background and a black border.

Figura 5.13: Distintos input para el título.

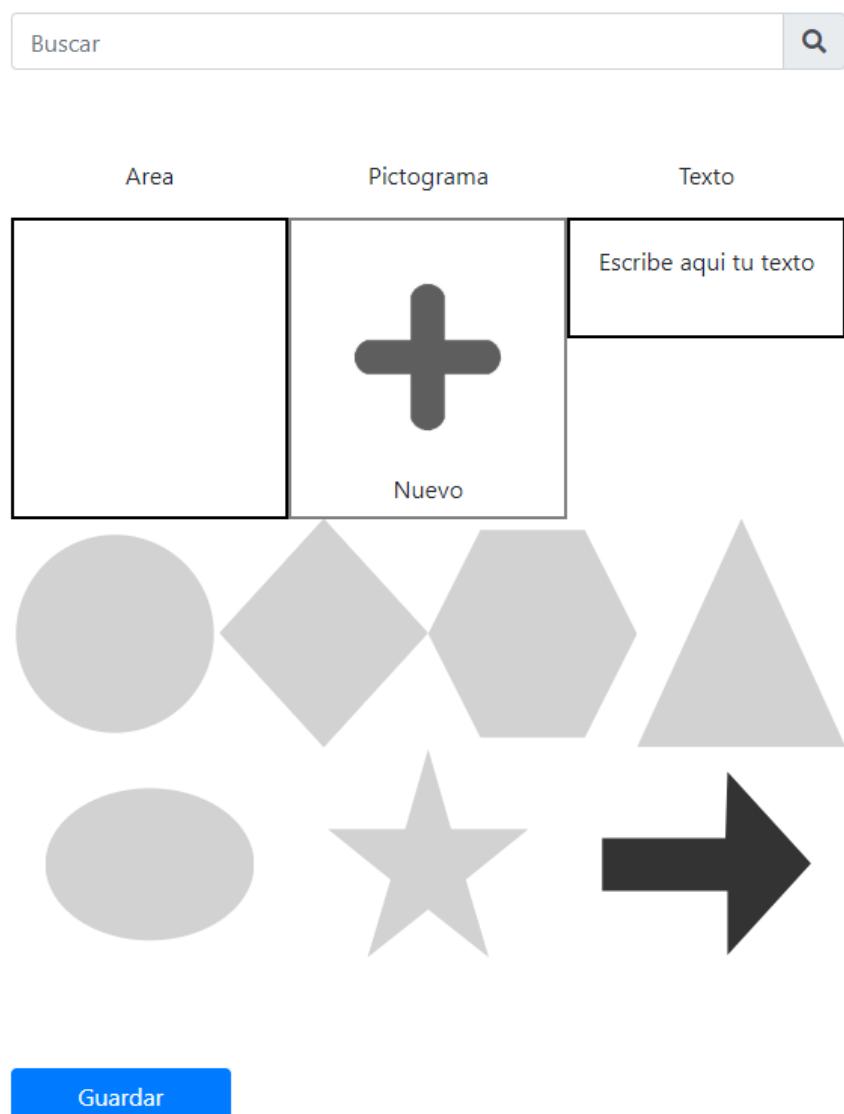


Figura 5.14: Menú inicial del editor.

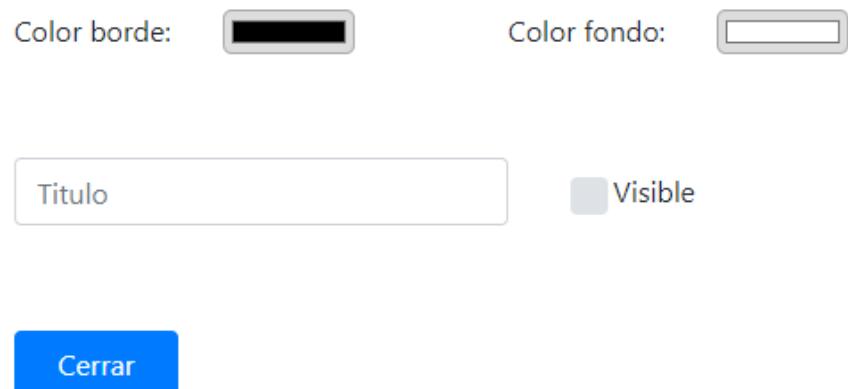


Figura 5.15: Menú del editor del fondo.



Figura 5.16: Editor de un pictograma a la izquierda y editor de área a la derecha



Figura 5.17: Ejemplo de un elemento seleccionado

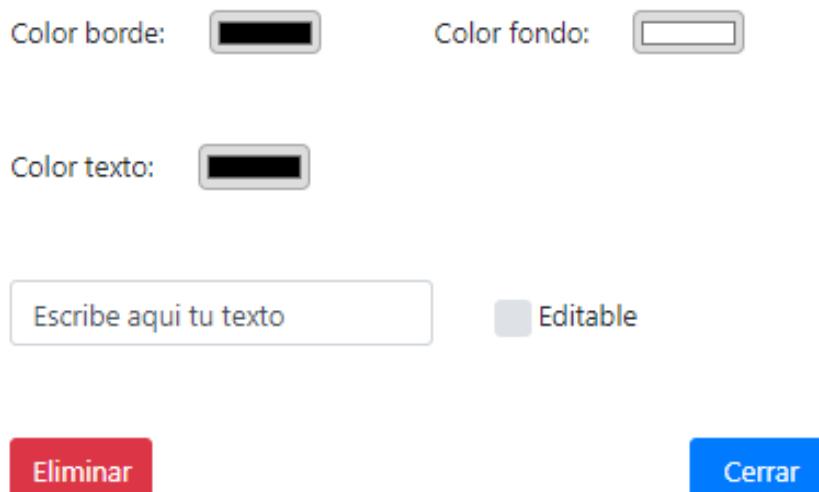


Figura 5.18: Editor de un cuadro de texto

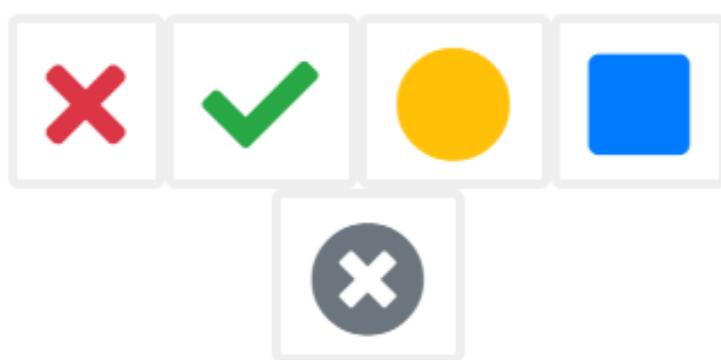


Figura 5.19: Opciones para áreas y pictogramas en tableros

# Capítulo 6

## Conclusiones y trabajo futuro

**RESUMEN:** En este capítulo en la sección 6.1 se muestran las conclusiones extraídas del TFG y en la sección 6.2 el trabajo futuro que podría implementarse extendiendo la funcionalidad de este proyecto.

### 6.1. Conclusiones

Las personas con discapacidad cognitiva, presentan dificultades a la hora de comunicarse con lenguaje natural, por esta razón se utilizan los tableros de comunicación basados en pictogramas. Estos tableros presentan siempre un mismo formato dependiendo del tipo de mensaje que se quiere transmitir, por ejemplo en agendas, secuencias de actividades, ... Actualmente a pesar del avance de la tecnología en muchos centros se siguen creando estos tableros de manera manual, ya que no hay una herramienta que se adapte a las necesidades de los usuarios. Por ello surge la necesidad de desarrollar una aplicación que permita a los usuarios generar digitalmente estos tableros de comunicación y que esta aplicación sea accesible desde cualquier dispositivo.

El objetivo principal de este proyecto era desarrollar una herramienta que permitiese a los usuarios digitalizar los tableros que utilizan en su día a día, para ello hay que generar una plantilla que se podrá adaptar a cualquier tablero, cambiando únicamente los pictogramas oportunos. Para que el material generado se adapte lo máximo posible a las necesidades de los usuarios se utilizó una librería que permitía arrastrar y soltar los elementos a cualquier posición y cambiar el tamaño de los mismos, así podían crear cualquier tipo de material a partir de un lienzo en blanco.

Una vez desarrollada la parte que permitía a los usuarios generar las plantillas, para facilitar la gestión del material generado por esta aplicación se decidió que era necesario que la herramienta se encargase de listar el material generado y permitiese realizar distintas acciones sobre el mismo.

## 6.2. Trabajo futuro

Una vez terminado el proyecto, existen algunas carencias que se pueden suplir y así dotar el proyecto de mayor funcionalidad y que así el proyecto tenga un mayor alcance.

- Implementar un buscador por nombre en los listados, así cuando los usuarios tengan mucho material pueden buscar por nombre fácilmente.
- Definir categorías, para filtrar el contenido de las listas. Esto sería muy útil en el caso de que el contenido publico sea demasiado y se quiera buscar un tipo de contenido concreto, por ejemplo: normas, agendas, calendarios, etc.
- Vincular unas plantillas con otras, es decir, que al seleccionar un pictograma asociado a otra plantilla te lleve a ella.
- Permitir a los usuarios utilizar imágenes propias, en las plantillas y tableros.
- Que el usuario pueda interactuar con el tablero marcando el pictograma elegido.
- Mejorar el buscador de tal manera que al buscar la palabra “hola” los resultados de la búsqueda sean todos aquellos que empiezan por la palabra buscada, en este caso “hola” y “holanda”.

## Capítulo 7

# Conclusions and Future work

**RESUMEN:**

### 7.1. Conclusions

### 7.2. Future Work

{TODO TODO TODO: Traducción capítulo 6}



# Bibliografía

- CAMPILLO, R. G. Pictogramas y sistemas gráficos de comunicación e información. 2014. Disponible en [http://oa.upm.es/37991/1/INVE\\_MEM\\_2014\\_206047.pdf](http://oa.upm.es/37991/1/INVE_MEM_2014_206047.pdf) (último acceso, NOSESABE).
- GARCÍA, E. M. G. *INTERSAACs*. Proyecto Fin de Carrera, Universidad Complutense de Madrid, 2015.
- GUERRERO, A. M. *PICTAR*. Proyecto Fin de Carrera, Universidad Complutense de Madrid, 2018.
- LÓPEZ, E. B. Análisis empírico de las características formales de los símbolos pictográficos arasaac. 2017. Disponible en <http://hdl.handle.net/10803/454891> (último acceso, NOSESABE).
- MIRENDA, P. y IACONO, T. *Autism Spectrum Disorders and AAC*. Paul H. Brookes, 2008.
- REUTER, M. C. F., ANGIONO, V. A. y MERCADO, L. B. Comunicación aumentativa y trastornos de la comunicación y el lenguaje. 2017. Disponible en <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/detail.action?docID=482390> (último acceso, NOSESABE).
- SANZ, M. L. P. y MARTÉN, A. M. T. Agendas visuales «no hace falta la agenda él me entiende». *El Guiniguada*, vol. 11, Disponible en [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/5459/1/0235347\\_02002\\_0013.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/5459/1/0235347_02002_0013.pdf).
- VENTOSO, M. R. Pictogramas: Una alternativa para comprender el mundo. 2017. Disponible en <http://aetapi.org/download/pictogramas-una-alternativa-para-comprender-el-mundo/?wpdmldl=1386> (último acceso, NOSESABE).
- WIKIPEDIA (Pictograma). Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Pictograma>.

