
Traductor de Pictogramas a Texto



Trabajo de Fin de Grado
Curso 2018–2019

Autor

Salvador González Álvarez
José María López Pulido

Director

Virginia Francisco Gilmartín
Susana Bautista Blasco

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

Traductor de Pictogramas a Texto

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería del Software

Autor

Salvador González Álvarez
José María López Pulido

Director

Virginia Francisco Gilmartín
Susana Bautista Blasco

Convocatoria: *Febrero/Junio/Septiembre 2019*

Calificación: *Nota*

Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería del Software

Facultad de Informática

Universidad Complutense de Madrid

25 de enero de 2019

Autorización de difusión

El abajo firmante, matriculado en el Máster en Ingeniería en Informática de la Facultad de Informática, autoriza a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a su autor el presente Trabajo Fin de Máster: “TITULO DEL TRABAJO”, realizado durante el curso académico CURSO bajo la dirección de DIRECTORES en el Departamento de XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, y a la Biblioteca de la UCM a depositarlo en el Archivo Institucional E-Prints Complutense con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del trabajo en Internet y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Nombre Del Alumno

25 de enero de 2019

Dedicatoria

Texto de la dedicatoria...

Agradecimientos

Texto de los agradecimientos

Resumen

Desde las primeras civilizaciones, el ser humano ha sentido la necesidad de comunicarse, en la actualidad esta necesidad es plasmada día a día en Internet: redes sociales, blogs... el hombre del siglo XXI, es más social y por ese motivo la necesidad de comunicarse es mas importante que nunca. No todas las personas tienen la misma capacidad de expresarse y o comunicarse, y por esta razón nacen los sistemas alternativos de comunicación.

El uso de pictogramas es uno de estos sistemas, en los últimos años hemos visto una evolución en la utilización de pictogramas en el ámbito educativo, en especial en niños con TEA (Trastorno del Espectro Autista) y trastornos del lenguaje en general como puedan ser Asperger, Síndrome de Down, parálisis cerebral, etc.

Por estos motivos hemos decidido crear un servicio web que permita al usuario traducir pictogramas a lenguaje natural. Una aplicación que facilite y ayude a la comunicación entre personas con diferentes capacidades comunicativas.

Palabras clave

Máximo 10 palabras clave separadas por comas

Abstract

Abstract in English.

Keywords

10 keywords max., separated by commas.

Índice

1. Introduction	1
1. Introducción	3
1.1. Motivación	3
1.2. Objetivos	4
1.3. Estructura de la memoria	4
2. Estado de la Cuestión	7
2.1. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación	7
2.2. Pictogramas	8
2.2.1. Sistemas pictográficos	10
2.3. Generación de lenguaje natural	17
2.3.1. Fases de GLN	18
2.3.2. Lexicon	21
2.3.3. Verbos	21
2.4. Servicios Web	22
2.4.1. Ventajas de los servicios Web	24
2.4.2. Inconvenientes de los servicios Web	24
2.5. Sistema de traducción texto-picto	24
2.5.1. Araword	24
2.5.2. PictoTraductor	26
2.5.3. Pictar	27
2.6. Metodología de trabajo	28
2.6.1. Tipo de metodología	28
2.6.2. Visualización del trabajo	30
2.6.3. Control de versiones: GitHub	30
3. Herramientas	35
3.1. Django	35

3.1.1. ¿Qué es Django?	35
3.2. GSON	35
4. Servicios Web	37
4.1. Servicio de Generación de Lenguaje Natural	37
5. Trabajo Individual	39
5.1. Trabajo Individual	39
6. Conclusiones y Trabajo Futuro	41
6. Conclusions and Future Work	43
A. Título	45
B. Título	47
Bibliografía	49

Índice de figuras

2.1. Pictograma que representa un smarthwatch.	9
2.2. Pictograma que representa pintarse los labios.	9
2.3. Pictograma que representa una espada.	10
2.4. Picograma Bliss que representa un animal.	11
2.5. Picograma Bliss que representa una silla.	11
2.6. Creación de la palabra hogar en el sistema Bliss	12
2.7. Pictograma Bliss que significa porque.	12
2.8. Sistema Minspeak.	13
2.9. Clasificación de los pictogramas SPC.	13
2.10. Ejemplos de conjunciones en Arasaac.	14
2.11. Ejemplo de bordes de color en pictogramas	14
2.12. Tablero ARASAAC para actividades escolares.	15
2.13. Traducción en pictogramas de la frase Hoy vamos a la montaña	15
2.14. Ejemplo de palabra con diferentes pictogramas	16
2.15. Ejemplo de verbos conjugados	16
2.16. Pictogramas para diferente numero y genero	17
2.17. Pictogramas de hoy, mañana, y pasado	17
2.18. Ejemplo de frase con conjunción temporal	18
2.19. Fases de generación del lenguaje.	18
2.20. Árbol representativo de la fase de macro planificación en GLN.	19
2.21. Estructura servicios Web.	23
2.22. Ejemplo artículos Araword.	25
2.23. Ejemplo preposiciones Araword.	25
2.24. Ejemplo yo quiero comer pizza.	26
2.25. Ejemplo artículos PictoTraductor.	27
2.26. Ejemplo preposición PictoTraductor.	27
2.27. Frase en pictoTraductor	28
2.28. Presentación pictar	28
2.29. Texto traducido en pictar	29

2.30. Ejemplo buscador y editor pictar	29
2.31. Tablero del proyecto	32
2.32. Ejemplo de árbol de Git	33
2.33. Aplicación GitHub de escritorio	33

Índice de tablas

Chapter 1

Introduction

Introduction to the subject area.

Capítulo 1

Introducción

“El hombre, mediante palabras, expresa su significado”
— San Agustín

1.1. Motivación

La comunicación es una parte fundamental del desarrollo social y humano, pero las personas con diversidad funcional se encuentran muchos obstáculos para una comunicación correcta. La aparición de diferentes vías de comunicación, como por ejemplo los pictogramas, ha supuesto un gran avance para conseguir lograr una comunicación efectiva en este colectivo. Pero la realidad es que la comunicación sigue estando muy limitada y en ocasiones se reduce a personas con el mismo tipo de diversidad funcional. Este es el caso de usuarios cuya vía de comunicación son los pictogramas, ya que el resto de usuarios desconoce su significado lo que produce que la comunicación quede notablemente reducida o en muchos casos sea imposible.

Esta es la razón, por la que existe la necesidad de crear una herramienta que ayude a la comunicación de los usuarios de pictogramas con su entorno, un software que sea capaz de traducir pictogramas a lenguaje natural. Esta herramienta software permitirá derribar barreras y ayudar a la inclusión social de personas que por su diversidad funcional están en riesgo de exclusión.

El objetivo de este TFG es el de crear un traductor de pictogramas a texto, los principales beneficiados serán usuarios con problemas para comunicarse, como pueden ser: personas con parálisis cerebral, autismo o cualquier otro tipo de enfermedad de este tipo que necesitan utilizar los pictogramas para comunicarse de manera fluida. Además, este trabajo está pensado para ayudar a esas personas a poder comunicarse en cualquier ambiente cotidiano de la vida, desde poder pedir un refresco en un bar hasta expresar su deseo de comer macarrones. Algo tan simple que para cualquier persona resulta muy fácil de hacer y que por desgracia para ellos no lo es tanto. Por ello

crearemos una aplicación que permita la interpretación (no la traducción literal) de mensajes con pictogramas a texto. Los resultados de este trabajo ayudarán a las personas, que presentan problemas de inclusión debido a la necesidad de usar pictogramas, a mejorar su comunicación.

1.2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo, es la creación de un traductor de pictogramas a lenguaje natural, buscando la interpretación del mensaje y no una traducción literal. Un producto que sea accesible para todos, buscando la facilidad de uso a través de una interfaz cómoda accesible e intuitiva, para de esta manera llegar al máximo publico posible, además uno de los puntos fuertes de este trabajo será la utilización de Servicios Web, esto será muy importante ya que como explicaremos en capítulos posteriores ayudará a relacionar diferentes tecnologías manteniendo su independencia unas de otras. Además de poder integrar nuestro trabajo dentro del proyecto Idylico formado entre ellos por algunos profesores de la facultad de informática y que llevan a cabo diferentes trabajos relacionados con el objetivo principal de nuestro trabajo de final de grado.

Buscando afianzar los conocimientos adquiridos durante nuestra vida universitaria, además de añadir más competencias en la informática, nos embarcamos en este último trabajo antes de salir a la vida laboral. Además al tratarse de un trabajo que posee una utilidad social que será usado por personas que lo necesitan, hemos tenido la oportunidad de poner en práctica muchas características propias de la ingeniería del software, al tener que cumplir unos requisitos y desarrollar en base a ellos nuestro trabajo. Para ello desarrollaremos un servicio web, que permita introducir un conjunto de pictogramas y devuelva al usuario, una interpretación en lenguaje natural del significado del mensaje introducido. Integraremos este servicio dentro de una aplicación web accesible para todo el mundo.

1.3. Estructura de la memoria

La memoria de este trabajo estará formada por un total de cuatro capítulos incluyendo esta introducción, el cuál será el primer capítulo. A continuación detallaremos el contenido de cada capítulo.

1. En el capítulo dos **Introduction**, tendremos una breve presentación del trabajo en inglés.
2. En el capítulo tres **Estado de la cuestión**, hablaremos de todos los aspectos importantes para la generación del lenguaje natural, el uso de

pictogramas y de SAACS. Además de introducir los Servicios web y la metodología llevada a cabo en este trabajo.

3. En el capítulo cuatro **Herramientas**, será donde se describa las diferentes herramientas utilizadas para la confección de este trabajo. Aquí se presenta una breve información sobre Django y sobre la herramienta GSON.
4. En el capítulo quinto **Trabajo individual**, se expondrá el trabajo individual realizado por la pareja encargada de realizar el trabajo.

Capítulo 2

Estado de la Cuestión

A lo largo de este capítulo trataremos los aspectos más importantes que han sido necesarios o forman parte de la base de este trabajo como los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación, pictogramas, además de exponer diferentes sistemas pictográficos y la comunicación a través de los pictogramas. A parte de abordar los SAACS, se expondrá acerca de generación de lenguaje natural, que es una rama de la inteligencia artificial que hemos necesitado para abordar el problema principal de este trabajo.

2.1. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación

La comunicación es una necesidad, y en casos de autismo o parálisis cerebral donde el lenguaje oral está gravemente limitado, la utilización de sistemas de comunicación de lenguaje no verbales, sustituyen o sirven de apoyo al lenguaje verbal.

Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación¹ (SAAC) son distintas formas de expresar el lenguaje oral, que tienen como objetivo aumentar y/o compensar los problemas de comunicación de muchas personas con dificultades para conseguir una expresión verbal funcional.

El término Comunicación Aumentativa describe las formas en las que se comunica el individuo cuando el uso del lenguaje natural no es suficiente, mientras que el término Comunicación Alternativa hace referencia a diferentes métodos o vías de comunicación que sustituyen completamente el lenguaje oral, como por ejemplo los pictogramas o la lengua de señas.

Lo que se pretende con los SAAC es conseguir una comunicación funcional, adecuada y generalizable, que permita al individuo expresarse y alcanzar una mayor integración en su entorno social. Los SAAC ayudan a mejorar la

¹<http://www.arasaac.org/aac.php>

calidad de vida de las personas con problemas para comunicarse, al otorgar al individuo una vía para mejorar su comunicación. Cabe destacar que los SAAC no son usados exclusivamente por personas con alteraciones en la comunicación, sino que son utilizados por todos a diario, por ejemplo cuando empleamos gestos, señales de tráfico, etc.

(Romski, Mary Ann and Sevcik, Rose A., 1997; Basil et al., 1990; Uribe et al., 2018) Los SAAC se pueden clasificar en dos grandes grupos:

1. SAAC sin ayuda: Sistemas que carecen de soporte físico. Abarca desde el uso de mímica y gestos hasta el uso de signos manuales.
2. SAAC con ayuda: sistemas que necesitan un soporte físico independiente del emisor. Este tipo abarca desde sistemas sencillos basados en dibujos o imágenes hasta objetos reales en miniatura o los sistemas de comunicación escritos como el Braille. Están orientados a personas con problemas en el habla o con dificultades cognitivas o de aprendizaje. Dentro de los SAAC con ayuda se encuentran los pictogramas de los cuales hablaremos en la siguiente sección.

Se ha demostrado que la utilización de los SAAC tiene múltiples ventajas (Álvarez, 2013) y son indispensables para aquellas personas que en mayor o menor medida, tienen impedido el uso del lenguaje. Sus usuarios potenciales son aquellas personas que por patologías como el autismo, la parálisis cerebral, o lesiones cerebrales, están impedidos para expresarse de manera adecuada o correcta (Warrick, 2010). Además de ser un recurso necesario para estas personas se ha demostrado que tienen múltiples beneficios siendo los principales:

1. Ayudan al desarrollo de la comunicación, proporcionando estrategias al usuario.
2. Posibilitan el desarrollo personal y social además de fomentar las relaciones interpersonales.
3. Evitan el aislamiento, fomentando habilidades afectivo-sociales.

Cabe destacar que la complejidad de los SAAC depende del nivel cognitivo del usuario (Abril Abadín, 2010). Cada persona es diferente, y por ejemplo en el uso de imágenes, el nivel de abstracción y complejidad deben adecuarse a las necesidades de cada individuo.

2.2. Pictogramas

Se define pictograma como un signo icónico dibujado y no lingüístico, que representa un objeto real o un significado ². Se engloban dentro de los

²<https://es.wikipedia.org/wiki/Pictograma>



Figura 2.1: Pictograma que representa un smartwatch.



Figura 2.2: Pictograma que representa pintarse los labios.

SAACS con ayuda, y se aplican a personas que no están alfabetizadas ya sea por causa de la edad o de alguna discapacidad. En la Figura 2.1 podemos observar un ejemplo de pictograma que representa un smartwatch. La utilización de pictogramas para la escritura o pictografía se remonta al neolítico, donde se utilizaban piedras talladas para la representación de signos de cierta semejanza con el objeto que representan. El origen de los sistemas pictográficos actuales se sitúa en 1981 con Mayer y Johnson y se caracteriza por una facilidad de interpretación.

Las características principales de los pictogramas son los siguientes:

1. Guardan relación con aquello que representan, tal y como se puede ver en el pictograma de la Figura 2.1 el cual representa un smartwatch.
2. Son elementos gráficos que combinados representan el objeto tomado como referente. Por ejemplo en el pictograma de la Figura 2.2 la cara, el lápiz de labios y la mano se juntan en un solo pictograma para representarla acción de pintarse los labios.
3. La imagen debe de ser comprensible por el mayor número de personas, independientemente de la formación, idioma o discapacidad.
4. A la hora de construir un pictograma, se deben de seguir unas reglas que le permitan mantener una coherencia visual, es decir la legibilidad



Figura 2.3: Pictograma que representa una espada.

de un pictograma debe de ser inmediata.

5. Deben de ser sencillos y representar únicamente los elementos más importantes, evitando posibles estímulos distractores o información irrelevante. Por ejemplo, en la Figura 2.3 el objeto representado es una espada, el pictograma carece de elementos distractores como podría ser una mano que agarre la espada o un fondo que sirva de contexto.

Existen diferentes colecciones de pictogramas que vamos a analizar en la siguiente subsección.

2.2.1. Sistemas pictográficos

A continuación vamos a analizar algunos de los principales sistemas pictográficos existentes:

2.2.1.1. Bliss

Bliss³ fue desarrollado por Charles K. Bliss en 1949 y esta formado por más de 2.000 símbolos. Tiene la dificultad de que el usuario debe de conocer el sistema ya que no cumple la relación con el objeto representado tal y como se puede ver en la Figura 2.4, donde los pictogramas de animal, no guardan ninguna referencia con aquello que representan y dado solo el pictograma no puedes conocer que objeto representa.

El sistema pictográfico Bliss fue creado con la idea de ser un lenguaje global (McDonald, 1985). Está formado por un total de 26 letras en inglés y 28 para el castellano, además de un alfabeto de 26 símbolos básicos. La combinación de estas letras y estos símbolos básicos forman las palabras. La utilización de este sistema pictográficos requiera de cierto nivel cognitivo tal y como se explica en (Hehner, 1985). Según el nivel de representación de los símbolos los pictogramas se agrupan en tres grandes grupos:

³<https://www.uv.es/bellohc/logopedia/NRTLogo8.wiki?6>



Animal

Figura 2.4: Picograma Bliss que representa un animal.



Figura 2.5: Picograma Bliss que representa una silla.

1. Símbolos pictográficos: la forma del símbolo recuerda las palabras o conceptos que representa, esto lo podemos observar en el símbolo que representa hogar en la Figura 2.5, con el pictograma de la silla que recuerda el objeto que representan.
2. Símbolos ideográficos: expresan una idea, no describen el objeto, por ejemplo en la Figura ?? podemos ver el símbolo de hogar, el cual tiene un corazón que significa sentimientos, que es no es algo tangible.
3. Símbolos arbitrarios: expresan un concepto abstracto y el símbolo no guarda ningún relación con el objeto representado, como podemos observar en la Figura 2.7, el significado del pictograma es "porque", que es un concepto abstracto.

2.2.1.2. Minspeak

Minspeak⁴ es un sistema pictográfico, que creo Bruce Baker en 1982 motivado por las carencias que observó en personas sin habla. Este sistema no da un significado único a cada pictograma, si no que el significado se define entre el logopeda y el usuario de ahí que para un usuario, el pictograma que representa un arco iris puede significar felicidad pero para otro pueda significar lluvia. Aparte existen un conjunto de reglas definidas por el sistema como la agregación de pictogramas para alcanzar diferentes significados.

Bruce Baker se inspiró en el lenguaje Chino donde cualquier frase puede tener 12 caracteres o menos (Marín y Pérez, 2003), y de esa manera definió

⁴<http://ares.cnice.mec.es/informes/18/contenidos/94.htm>



Figura 2.6: Creación de la palabra hogar en el sistema Bliss



Figura 2.7: Pictograma Bliss que significa porque.

su sistema que se centra en la combinación de pictogramas. Para representar una palabra o frase se combinan símbolos, normalmente de dos o tres, usando un conjunto de reglas y patrones definidos por el sistema Minspeak. Como se puede observar en la Figura 2.8, combinando el símbolo que representa una casa con el de una cama se obtiene el significado de habitación. Se considera un sistema muy accesible⁵ dado que el usuario debe de aprender un número limitado de pictogramas que suelen ir desde los 40 hasta los 80 pictogramas, variando este número dependiendo de las capacidades del usuario, las palabras además quedan clasificadas por grupos semánticos (verbos, adjetivos...) Minspeak permite desarrollar un lenguaje a través de la construcción de frases o secuencias que son fáciles de entender, pero tiene la desventaja de que el usuario necesita recordar la secuencia de símbolos necesarios para la generación de la respuesta correcta.

2.2.1.3. SPC

Sistema Pictográfico de Comunicación (SPC)⁶ fue desarrollado por Roxana Mayer-Jhonson en 1981 que busca a través de un diseño de pictogramas simples, la similitud con aquello que representan. Los pictogramas en SPC están catalogados en seis grupos cada uno con un color para ayudar a la

⁵<https://minspeak.com/>

⁶<http://masquemayores.com/magazine/psicologia/tipos-de-sistemas-alternativos-y-aumentativos-de-la-comunicacion-sistemas-pictograficos-de-comunicacion/>

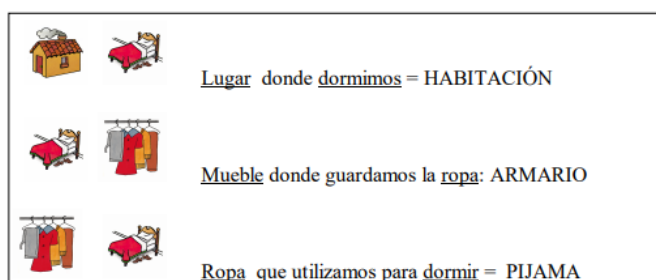


Figura 2.8: Sistema Minspeak.



Figura 2.9: Clasificación de los pictogramas SPC.

clasificación tal y como se puede ver en la Figura 2.9: personas en amarillo, verbos en verde, pictogramas descriptivos en azul, sustantivos en naranja, letras, números y miscelánea con fondo blanco y actos sociales en rosa. En total el sistema SPC lo forman un conjunto de 3.000 pictogramas. Además la comunicación mediante SPC carece de sintaxis lo que simplifica la construcción de frases.

2.2.1.4. ARASAAC

ARASAAC⁷ surge en el año 2007 financiado por el Departamento de Educación Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón y coordinado por la Dirección General de Innovación, Equidad y Participación de dicho departamento. Este proyecto nace con el objetivo de romper las barreras en la comunicación. ARASAAC cuenta con más de 33.000 pictogramas y con

⁷<http://www.arasaac.org>

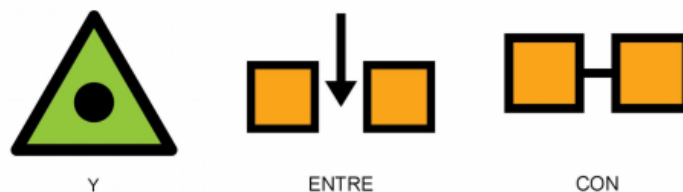


Figura 2.10: Ejemplos de conjunciones en Arasaac.



Figura 2.11: Ejemplo de bordes de color en pictogramas

traducciones en más de quince idiomas entre ellos el castellano.

Actualmente, ARASAAC se ha convertido en un sistema de pictogramas reconocido internacionalmente, y sus recursos están bajo la licencia Creative Commons.

Los pictogramas están clasificados en cinco grandes grupos: pictogramas a color, en blanco y negro, fotografías y por ultimo fotografías y vídeos en Lengua de Signos Español (Bertola López, 2018-02-15) ordenados dependiendo de su naturaleza semántica. Es importante destacar que existen pictogramas para algunas conjunciones y determinantes tal y como podemos ver en la Figura 2.10

La Figura 2.16, muestra variaciones de un pictograma tanto en genero y número para la palabra profesor, está diferenciación de genero y número es algo diferenciador de otros sistemas de pictogramas.

Además, opcionalmente se puede añadir un marco al borde del pictograma, dicho marco sirve para clasificar la palabra diferenciando entre sujetos, verbos y objetos tal y como podemos ver en la Figura 2.11. Los sujetos no llevan borde, las acciones o verbos llevan un borde verde y los objetos o complementos directos llevan un borde amarillo.

2.2.1.5. Comunicación a través de pictogramas

Comúnmente la comunicación con pictogramas se realiza a través de tableros, de manera que el usuario señala uno a uno los pictogramas en dicho tablero hasta completar la frase. En la Figura 2.12 podemos observar un



Figura 2.14: Ejemplo de palabra con diferentes pictogramas

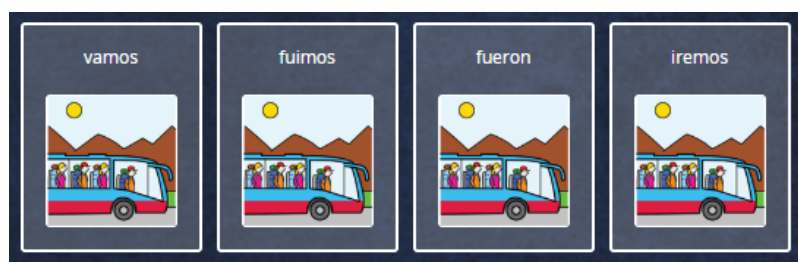


Figura 2.15: Ejemplo de verbos conjugados

para hoy, mañana y pasado, estos pictogramas nos ayudan a dar tiempo verbal a la frase.

El genero y numero si se representa a través de diferentes variaciones de los pictogramas, tal y como podemos observar en la Figura 2.16 que representa los pictogramas asociados a profesor, profesora, profesores y profesoras. Las frases con pictogramas suelen tener una complejidad reducida, limitándose casi siempre a sujeto, verbo y objeto, utilizando solo palabras significativas. Por ejemplo, en la Figura 2.13, podemos observar que la preposición *a* y el determinante *la*, no tienen un pictograma como tal si no una imagen con la palabra⁸.

Como hemos dicho anteriormente la comunicación con pictogramas se reduce a palabras significativas, es decir palabras que por si mismas poseen significado y es por está razón por la que determinantes, conjunciones, preposiciones no suelen tener cabida dentro de la comunicación con pictogramas, aunque ciertas conjunciones sobretodo conjunciones temporales que sirven para aportar información si existen dentro de los pictogramas tal y como podemos ver en la Figura 2.18, el primer pictograma significa antes y aporta información sobre cuando debe realizarse la acción definida en el segundo pictograma, en este caso la frase representada seria ".antes comer".

⁸www.pictotraductor.com



Figura 2.16: Pictogramas para diferente numero y genero



Figura 2.17: Pictogramas de hoy, mañana, y pasado

2.3. Generación de lenguaje natural

La Generación de Lenguaje Natural (GLN) es un campo de la Inteligencia Artificial para crear programas informáticos que generan lenguaje natural ya sea hablado o escrito⁹.

La GLN se engloba dentro de la lingüística computacional aunque engloba muchas otras áreas de estudio fuera de la informática como la lingüística o la psicología. Se busca que el programa generador se comunique igual que si de una persona se tratase (Dale et al., 2000; Vicente et al., 2015).

Para que la generación del lenguaje sea efectiva la inteligencia artificial además necesita poder procesar el lenguaje natural, es decir, poder entender y analizar el significado de aquello que se dice. Falsamente podemos pensar que lo más importante de la generación del lenguaje es la generación de un texto gramaticalmente correcto, pero lo más importante de la comunicación es que el texto generado explique aquello que se desea transmitir, por eso podemos concluir que el proceso de generación se podría resumir en la cons-

⁹<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Generacion-de-lenguaje-natural-o-NLG>



Figura 2.18: Ejemplo de frase con conjunción temporal

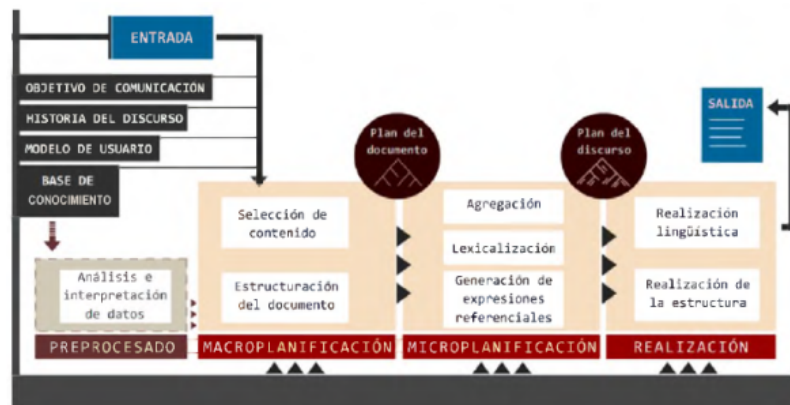


Figura 2.19: Fases de generación del lenguaje.

trucción de un mensaje en lenguaje natural que transmite un mensaje de manera clara.

Existe dos maneras de que un programa informático se comuniquen con un usuario. La primera forma es a través de mensajes estáticos definidos en el código, este acercamiento si bien es valido, genera un sistema cerrado y no flexible en el cual no cabe lugar la interpretación del lenguaje. La segunda vía, es la generación de lenguaje basada en conocimiento o *deep generation* donde es el propio sistema el encargado de generar el lenguaje a través de su conocimiento basándose en el conocimiento lingüístico del que dispone (García Ibáñez, 2004).

2.3.1. Fases de GLN

Durante la generación del lenguaje se puede abstraer el proceso y encapsularlo en diferentes fases que describiremos brevemente a continuación (Vicente et al., 2015):

1. Macro planificación. Etapa donde se debe seleccionar el contenido que se desea convertir a texto. Para que el texto generado sea coherente

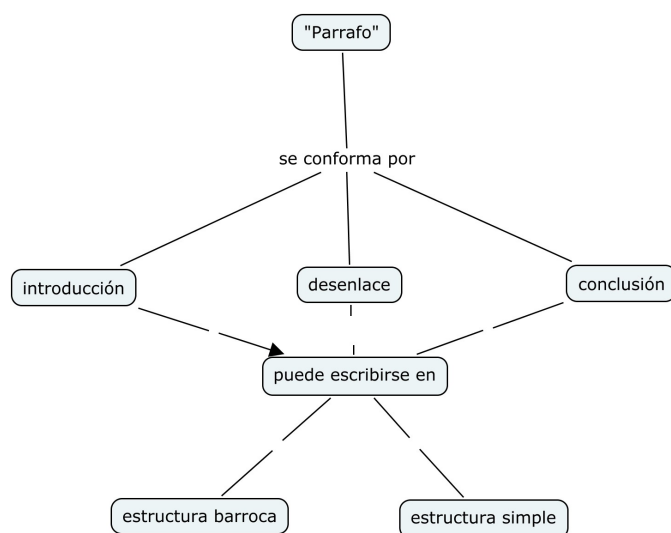


Figura 2.20: Árbol representativo de la fase de macro planificación en GLN.

es preciso estructurar el contenido del mismo en el orden correcto. La salida de esta fase es el denominado plan del documento, una estructura de datos que suele ser un árbol, donde en cada nodo se encapsula la información más importante que debe formar parte de un párrafo o de una frase, además de información de como se relaciona con el resto de nodos. En la Figura 2.20 podemos ver un ejemplo de la salida de esta etapa.

2. Micro planificación. Partiendo de la salida de la macro planificación, se determinan que partes formaran el texto resultado, agregando las estructuras que formaran parte de este, el léxico que se utilizara para expresar los conceptos y los hechos recogidos en la primera etapa y la generación de expresiones que aparecerán en el texto.
3. Realización. Se parte del resultado de la fase de micro planificación, el objetivo de esta fase es la realización de las oraciones finales que se utilizaran, así como la estructura final que tendrá el texto. La generación o realización del texto se puede dividir en dos partes realización lingüística en la que se determina la representación en palabras del texto de salida es decir se forman las oraciones, y la realización de la estructura en la que se genera el texto en el formato correcto para su visualización en un medio determinado, como puede ser HTML, o un documento Latex.

La herramienta SimpleNLG-ES es una biblioteca Java que permite generar y transformar texto. Tiene como fin producir texto comprensible para el

usuario, para ello posee tres componentes conectadas entre sí (Jozef Trzpis, 2015).

Al ser una biblioteca es necesario escribir un programa Java que haga uso de las clases de SimpleNLG-ES. Estas clases permiten especificar tanto el sujeto de una oración, como el verbo, así como el complemento directo y los complementos adicionales. Además los métodos SimpleNLG-ES pueden usarse también para indicar tanto el tiempo pasado como la forma compuesta de los verbos.

Cuando se ha decidido el contenido de la oración, SimpleNLG-ES juntará las partes de la oración de una forma gramaticalmente correcta y generará una salida. Por ejemplo, si indicamos a SimpleNLG-ES que el sujeto 'mi perro', el verbo es 'y' de complemento 'feliz', el programa sacará como respuesta: 'mi perro es feliz'. Como acabamos de ver en el ejemplo SimpleNLG-ES se encarga únicamente de asegurar que la frase creada es correcta gramaticalmente, para eso la herramienta tiene automatizadas algunas tareas para comprobar lo que los sistemas de generación de lenguaje natural necesitan (NLG):

"Ortografía:"

1. Insertar espacios en blanco para separar las frases.
2. Mezclar los signos de puntuación.
3. Insertar saltos de líneas entre palabras para encajar el texto.
4. Darle un formato correcto.

"Morfología:"

1. Genera formas conjugadas, como puede ser el género, número, tiempo verbal o persona.

"Gramática simple:"

1. Asegura la concordancia entre nombre-verbo.
2. Crea verbos compuestos bien formados.
3. SimpleNLG-ES une las partes definidas por el usuario para formar una estructura correcta.

Es importante recordar que SimpleNLG-ES es una librería y no una aplicación. Esto significa que no se puede ejecutar como un programa Java normal ya que no tiene ni método y módulo principal. Por tanto se necesita crear un programa diferente con clases y métodos.

2.3.2. Lexicon

Como todos los sistemas de procesamiento del lenguaje natural, SimpleNLG necesita tener información acerca de las palabras que va a utilizar, esta información la proporciona un lexicon, se usa dicho lexicon mediante:

1. `Lexicon lexicon = new XMLLexicon();`

Una vez esté creado el lexicon, hay que crear un `NLGFactory`, objeto que crea la estructura, y un `Realiser`, objeto que transforma las estructuras en texto, se inicializa de la siguiente forma:

1. `NLGFactory nlgFactory = new NLGFactory(lexicon);`
2. `Realiser realiser = new Realiser(lexicon);`

2.3.3. Verbos

Por lo general los verbos se deben especificar en infinitivo, pero también aceptará formas conjugadas de los verbos, por ejemplo:

1. `p.setVerb(".es");`

equivale a:

1. `p.setVerb("ser");`

Sin embargo, en SimpleNLG-ES se pueden conjugar los tiempos verbales: pasado, presente y futuro, por ejemplo partiendo del siguiente código:

1. `SPhraseSpec p = nlgFactory.createClause();`
2. `p.setSubject("Mi perro");`
3. `p.setVerb("ser");`
4. `p.setObject("feliz.");`

Para poder poner el verbo en tiempo pasado, habría que añadir la siguiente línea:

1. `p.setFeature(Feature.TENSE, Tense.PAST);`

Esto devolverá la frase:

1. `"Mi perro fue feliz".`

En cambio si queremos indicar un tiempo futuro, sería de esta manera:

1. `p.setFeature(Feature.TENSE, Tense.FUTURE);`

Devolviendo la frase:

1. "Mi perro será feliz".

Además, también se puede añadir la forma negativa al verbo, cogiendo la frase anterior sería:

1. `p.setFeature(Feature.NEGATED, true);`

Dejando la frase en:

1. "Mi perro no será feliz".

Las características TENSE y NEGATED son ejemplos de las características que se usan en una SPhraseSpec, pero hay otras más como son: MODAL, PASSIVE, PERFECT, y PROGRESSIVE.

2.4. Servicios Web

El WC3 (World Wide Web Consortium) define un Servicio Web como¹⁰:

Un sistema software diseñado para soportar la interacción máquina-a-máquina, a través de una red, de forma interoperable. Cuenta con una interfaz descrita en un formato procesable por un equipo informático (específicamente en WSDL), a través de la que es posible interactuar con el mismo mediante el intercambio de mensajes SOAP, típicamente transmitidos usando serialización XML sobre HTTP conjuntamente con otros estándares web.

Un Servicio Web es un componente accesible mediante peticiones Web estándar tales como GET o POST. Normalmente se denomina servicio web a una colección de procedimientos accesibles desde Internet. La gran ventaja de los servicios web es que al acceder desde el navegador a un servicio web este nos devuelve el contenido con un formato estándar como puede ser XML.

Los servicios Web fueron creados para solucionar el problema de la interoperabilidad entre las distintas aplicaciones. En los 90, el gran objetivo era poder integrar aplicaciones distintas dentro de un mismo servicio. Estas aplicaciones pueden estar desarrolladas en muchos lenguajes de programación como pueden ser: C++, Java, etc. Y ejecutarse tanto en Unix, en un PC, o un computador mainframe. Por estas razones, no existía una forma fácil de comunicar todas las aplicaciones entre sí. Gracias al desarrollo de XML, propició poder compartir datos entre ellas a través de la red, o de Internet.

A nivel técnico, los servicios Web pueden ser dos tipos.

¹⁰<https://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-gloss-20040211>

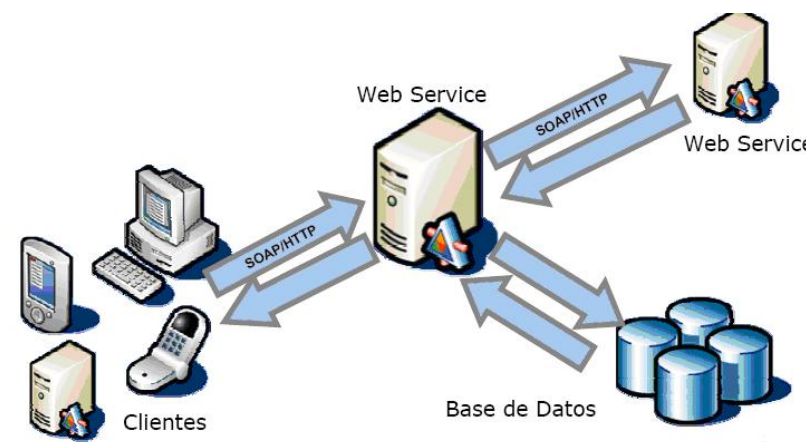


Figura 2.21: Estructura servicios Web.

- Servicios Web SOAP. Utilizan el lenguaje XML para poder comunicarse utilizando el protocolo SOAP (Simple Object Access Protocol), este lenguaje es usado tanto para definir la arquitectura como el formato de los mensajes. Estos tipos de servicios deben contener un lenguaje legible para la máquina con la descripción de operaciones ofrecidas por el servicio escrito en WSDL (Web Services Description Language), el cuál está basado también en XML con el fin de definir interfaces sintácticamente.
- Servicios Web Restfull (Representational State Transfer Web Services). Los servicios Web Restfull utilizan lenguajes muy conocidos como SML, URI, MIME, y sobre todo HTML. Además posee una infraestructura la cuál podríamos llamar "ligera", ya que consiguen utilizar herramientas mínimas para formar estos servicios. Por ello, el desarrollo de este tipo de servicios son baratos y su adaptación es poco costosa. Son más adecuados para integraciones básicas ad-hoc. Estos servicios suelen mezclarse mejor con HTTP que los basados en SOAP, ya que no necesitan mensajes XML ni definiciones WSDL.

En una arquitectura de Servicios Web se pueden distinguir tres partes fundamentales para el establecimiento de la comunicación¹¹:

- Proveedor de servicios web. Es el encargado de enviar al publicador del servicio un fichero WSDL con la información básica de dicho servicio.
- Publicador del servicio. Una vez la información llega al publicador este descubre quien es el proveedor (protocolo WSDL), y se pone en contacto con él (protocolo SOAP).

¹¹<http://www.jtech.ua.es/j2ee/publico/servc-web-2012-13/sesion01-apuntes.html>

- Proveedor del servicio. Acepta la petición del servicio y envía los datos estructurados en formato XML usando SOAP.

2.4.1. Ventajas de los servicios Web

Las tres principales ventajas de usar web son¹²:

- Ayudan a mejorar la conexión y operabilidad entre dos aplicaciones software sin importar sus propiedades o sino comparten plataforma de instalación.
- Favorecen los protocolos y estándares basados en texto, ya que estos facilitan acceder y comprender su contenido.
- Permiten y facilitan que software y servicios de diferentes compañías se puedan combinar formando un servicio funcional.

2.4.2. Inconvenientes de los servicios Web

Las tres principales desventajas de los servicios son¹³:

- Las transacciones que llevan consigo estos servicios están mucho menos desarrolladas que otros estándares abiertos.
- Su rendimiento es bajo comparado con otros modelos de computación distribuida, debido sobre todo a adoptar un formato basado en texto.
- Al estar muy ligados con HTTP, las medidas de seguridad que tratan de bloquear la comunicación entre programas se pueden burlar fácilmente.

2.5. Sistema de traducción texto-picto

En esta sección se presentan los sistemas de traducción texto a picto existentes, ya que no se ha encontrado ningún sistema que haga la traducción de picto-texto, objetivo principal de este trabajo.

2.5.1. Araword

Araword¹⁴ es una aplicación gratuita creada por Arasacc (Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa), que permite la traducción simultanea de texto a pictograma.

Esta herramienta tiene como objetivo principal facilitar la elaboración de materiales con pictogramas. Se parece a un editor de textos, se comienza con

¹²<https://sites.google.com/site/preyectodetics/home/servicios-web>

¹³<http://fabioalfarocc.blogspot.com/>

¹⁴<http://www.arasaac.org/software.php>



Figura 2.22: Ejemplo artículos Araword.



Figura 2.23: Ejemplo preposiciones Araword.

un documento en blanco y se van escribiendo frases en lenguaje natural se van traduciendo a pictogramas. Cada vez que se introduce una palabra en el editor, la propia herramienta es la que se encarga de traducirla a pictograma automáticamente. Cuando Las palabras que tienen varios pictogramas como significado, Araword te muestra una de esas imágenes dando la posibilidad de poder elegir otro pictograma si este no lo consideras adecuado. En Araword las preposiciones y los artículos son muy variados, diferenciando el género y número en el caso de los artículos sin traducir literalmente la palabra, como podemos ver en la (Figura 2.22). Y en las preposiciones teniendo un pictograma para cada una de ellas , como aparece en la 2.23). Por último, se puede ver en la (Figura 2.24) un ejemplo de la traducción hecha por Araword del texto.



Figura 2.24: Ejemplo yo quiero comer pizza.

2.5.2. PictoTraductor

PictoTraductor¹⁵ es una aplicación web pensada y desarrollada para facilitar la comunicación con personas que poseen dificultades para expresarse de forma oral y que se comunican mediante pictogramas. Principalmente está dirigido a padres y profesionales, para traducir textos a pictogramas y así poder comunicarse con sus hijos o pacientes que solo entienden pictogramas y no lenguaje natural.

La interfaz de la aplicación se puede ver en la (Figura 2.27). Consta de una barra de búsqueda en la que se introduce el texto que se quiere traducir a pictogramas. A medida que se va escribiendo una palabra se va mostrando el pictograma que representa el texto introducido en la parte inferior. Las palabras que tengan más de un pictograma para poder ser traducido, la herramienta da la opción de elegir la que más guste al usuario mediante las flechas que aparecen encima del picto traducido. Para los artículos PictoTraductor deja por defecto la traducción literal de la palabra, pero como acabamos de mencionar deja la opción de poder cambiarlo a gusto del usuario, como vemos en la 2.25). En las preposiciones cada traducción tiene su pictograma, a diferencia de los artículos en PictoTraductor solo hay un pictograma para cada una de las preposiciones. 2.26).

Esta herramienta permite el registro de usuarios, personalizar la aplicación, por ejemplo, guardando sus pictogramas favoritos, fotografías o imágenes y compartir algunas de sus traducciones en las redes sociales.(Figura

¹⁵<https://www.pictotraductor.com/>



Figura 2.25: Ejemplo artículos PictoTraductor.



Figura 2.26: Ejemplo preposición PictoTraductor.

2.27).

2.5.3. Pictar

Pictar (Martín Guerrero, 2018) es una aplicación web que permite traducir de texto a pictogramas, presentando un aspecto tal y como se muestra en la 2.28) .

El usuario introduce el texto que desea traducir y al pulsar el botón buscar se generan los pictogramas adecuados para la frase introducida, tal y como se puede ver en la (Figura 2.29) .

La búsqueda de artículos y preposiciones es muy parecida a la de PictoTraductor, poniendo en la barra de texto las palabras deseadas, una vez pinchado el botón de búsqueda aparecen los pictogramas y mediante el uso de flechas se puede ir cambiando hasta encontrar el tipo de pictograma que el usuario considere idóneo.

Esta aplicación además ofrece la posibilidad de buscar pictogramas. El usuario introduce una palabra y en la parte inferior aparecen los pictogramas



Figura 2.27: Frase en pictoTraductor

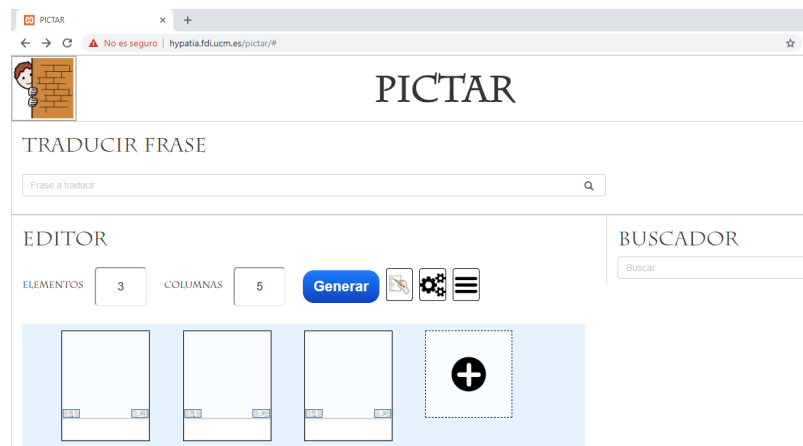


Figura 2.28: Presentación pictar

encontrados en el buscador. Una vez encontrados los pictogramas deseados, el usuario puede moldearlos a su gusto arrastrando con el ratón el pictograma a la rejilla de edición. En ella se podrá desde cambiar el color del pictograma hasta poder añadir texto debajo de ellos con su significado, como se puede ver en la (Figura2.30) .

2.6. Metodología de trabajo

A lo largo de la siguiente sección presentaremos la metodología de trabajo seguida durante el presente TFG.

2.6.1. Tipo de metodología

Dada la naturaleza del proyecto, es decir un trabajo de fin de grado centrado en la investigación, hemos decidido adoptar algunas de las características típicas de las metodologías ágiles, cogiendo diferentes características de las

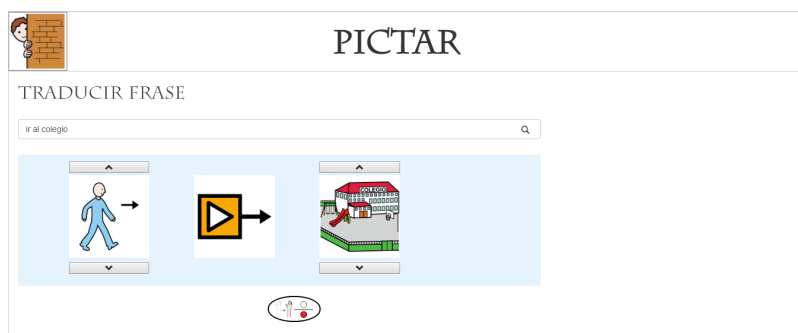


Figura 2.29: Texto traducido en pictar

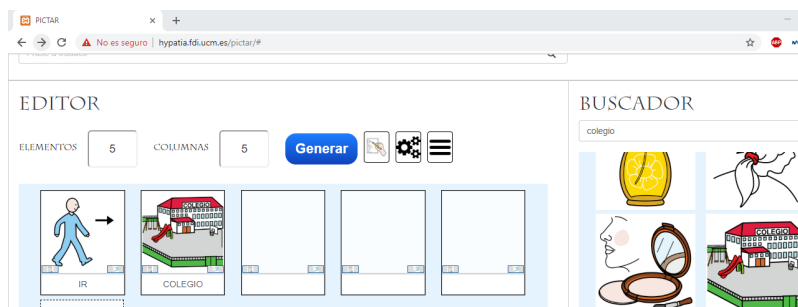


Figura 2.30: Ejemplo buscador y editor pictar

metodologías ágiles.

- Abierto al cambio, dada la naturaleza del proyecto, el desconocimiento de su viabilidad y de ser viable el modo de desarrollarlo, por esto la visión debía de estar abierta al cambio.
- Comunicación continua. La comunicación ha sido con los tutores y entre nosotros, esta comunicación ha sido constante desde el principio del proyecto con el fin de garantizar un nivel de calidad en el producto y asesoramiento en la realización. Por ello hemos tenido dos o tres reuniones al mes con las tutoras y nosotros, aparte de comunicación continua a través del correo electrónico para resolver dudas puntuales.
- Adaptativa, al ser un proyecto de investigación es necesario que el proyecto se pueda adaptar fácilmente a cambios de requisitos, uso de tecnologías nuevas etc.
- Entregas constantes. Para intentar asegurar la correcta resolución del proyecto se han realizado entregas constantes tanto de memoria como de código.

- Se otorga valor al producto entrega tras entrega, cada una de las entregas anteriores no solo sirve para su si no también para añadir valor al producto ya sea mediante la adición en la memoria, al código o ambas.
- Visualización del trabajo en curso. Para ello hemos utilizado un tablero tal y como podemos observar en la Figura 2.31 para representar el estado actual del proyecto. Esto además nos ha ayudado a la organización, ya que existían ciertas limitaciones como no trabajar en el mismo sitio, ni con el mismo horario, necesitábamos de un tablero que nos permitiera de una manera rápida saber el estado actual del trabajo, y en que está trabajando cada miembro.

2.6.2. Visualización del trabajo

En la Figura 2.31 podemos como hemos estructurado nuestro tablero. El tablero posee las siguientes columnas:

- To Do: se establecen todas las tareas por hacer.
- In Progress: en esta columna aparecen todas las tareas que se están desarrollando. Cada tarea en esta columna debe estar asignada a uno de los miembros del equipo de trabajo. Una misma persona no puede tener más de una asignada, es decir el WIP (Work In Progress)¹⁶, de esta columna es dos.
- Test: todas las tareas finalizadas por un miembro del equipo pasan a esta columna para ser revisadas por el otro.
- Revisión: tareas que se están revisando, para validar su corrección antes de la siguiente reunión.
- Done: tareas que ya están terminadas y revisadas.

2.6.3. Control de versiones: GitHub

El sistema elegido para el control de versiones ha sido GitHub dado que nos permitía tener el proyecto en privado¹⁷ algo necesario dado que es un proyecto de final de grado.

Git sirve para mantener un registro de todos los cambios que sufre un archivo y genera un árbol donde en cada nodo se almacenan los cambios por archivo y las diferentes ramas¹⁸ en la Figura 2.33, podemos ver un ejemplo de árbol de Git. La implementación que hace GitHub de Git nos permite utilizar

¹⁶<https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-limite-wip/>

¹⁷<https://help.github.com/articles/making-a-public-repository-private/>

¹⁸<https://git-scm.com/book/en/v1/Git-Branching-What-a-Branch-Is>

todos los beneficios de Git, en un entorno amigable, fácil de usar en el que ya tenemos experiencia previa, además hemos decidido utilizar la versión de escritorio¹⁹. por su comodidad y facilidad de uso, tal y como podemos ver en la Figura?? nos permite ver los cambios, hacer commit, push y pull de una manera rápida y sencilla²⁰.

¹⁹<https://desktop.github.com/>

²⁰<https://confluence.atlassian.com/bitbucketserver/basic-git-commands-776639767.html>

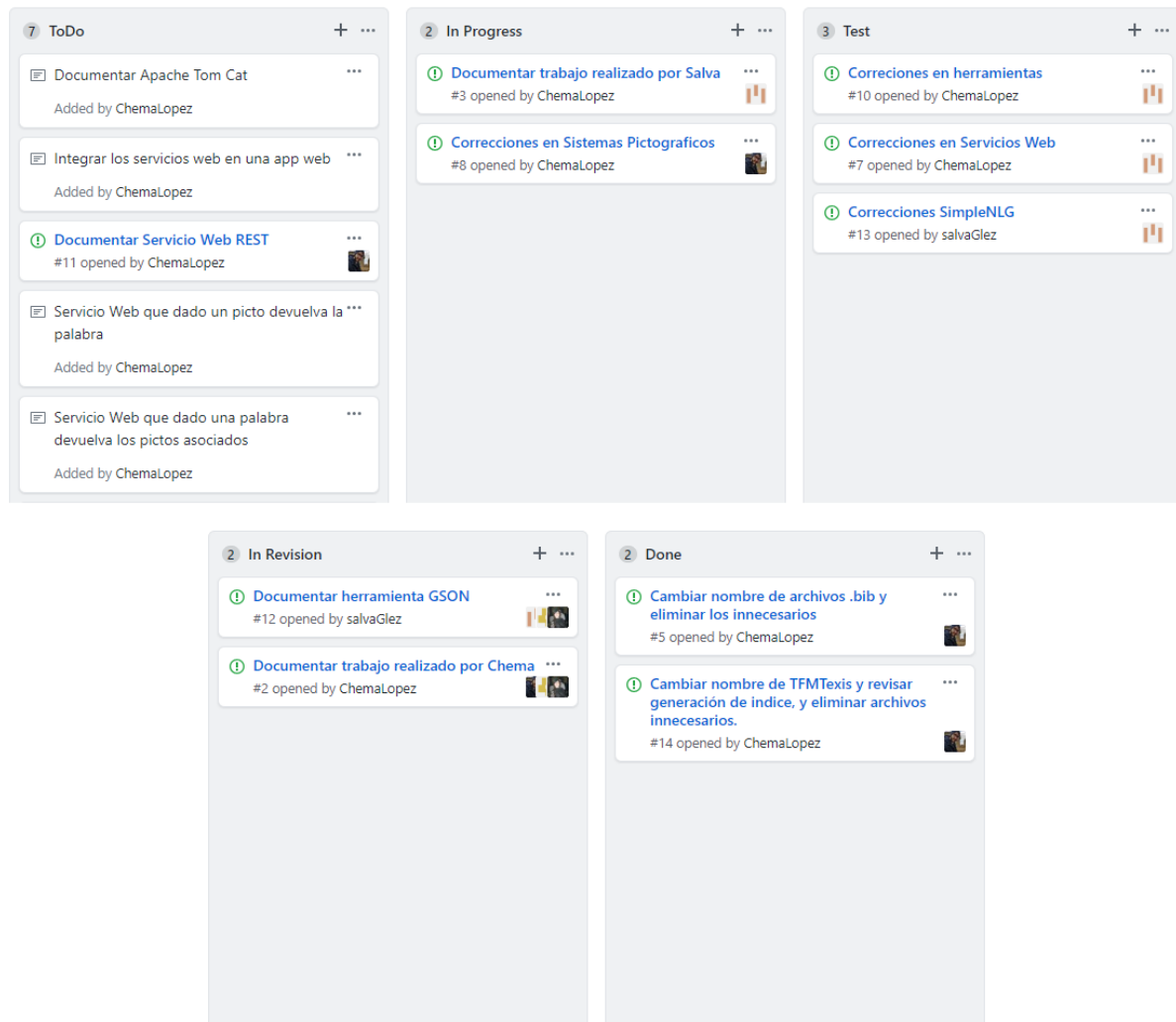


Figura 2.31: Tablero del proyecto

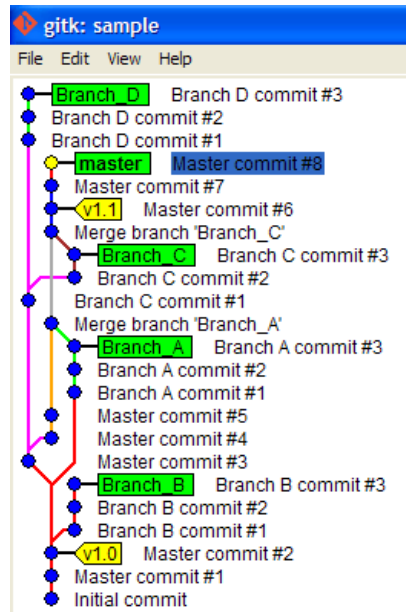


Figura 2.32: Ejemplo de árbol de Git

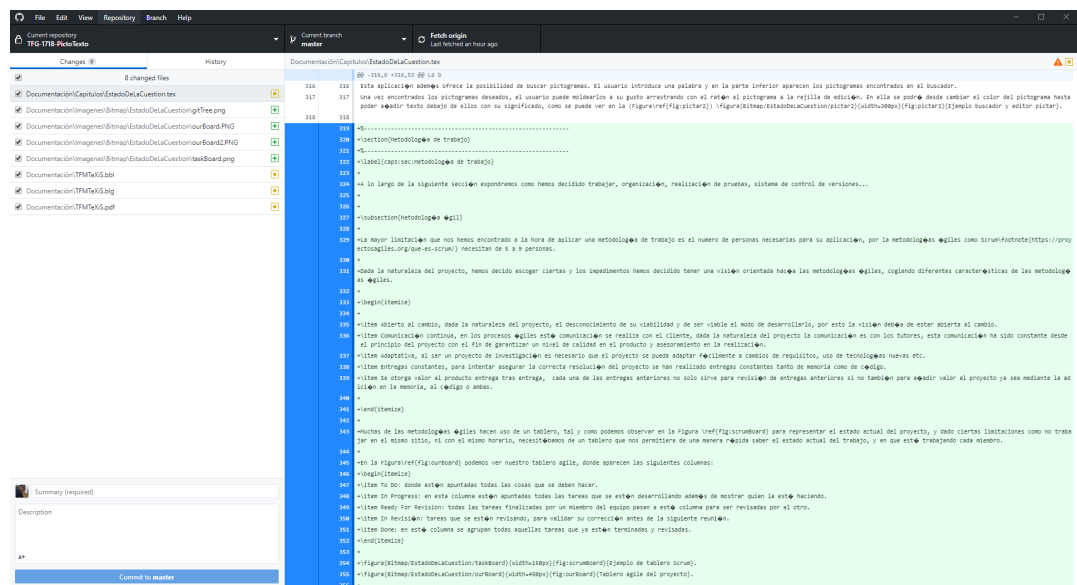


Figura 2.33: Aplicación GitHub de escritorio

Capítulo 3

Herramientas

A lo largo de este capítulo analizaremos las diferentes herramientas utilizadas para el desarrollo de este TFG.

3.1. Django

3.1.1. ¿Qué es Django?

Es un framework de desarrollo web¹ de código abierto escrito en Python, respetando el patrón de diseño conocido como Modelo-Vista-Controlador (M-V-C). La meta principal de esta aplicación es facilitar la creación de sitios web. En Django es muy importante el re-uso de código, la conectividad y el desarrollo rápido.

1. Django da soporte de base de datos permitiendo crear los modelos de datos necesarios y a través de su API administrar y gestionar dicha base de datos. Además concede al usuario la posibilidad de poder ejecutar sus propias consultas SQL.
2. En la parte de servicios Web, Django incluye un servidor ligero que ofrece la posibilidad de realizar pruebas y trabajar en una etapa de desarrollo. Para una etapa más de producción sería más conveniente contar con otra aplicación como puede ser Apache.

3.2. GSON

GSON es una librería open-source la cuál nos permite convertir nuestros objetos Java en JSON o viceversa, esta librería es muy importante ya que

¹<https://tutorial.djangogirls.org/es/django/>

para lenguaje en Java no existen archivos JSON. Al haber encapsulado el Servicio web en un formato REST, esto obliga a que nuestro Servicio tenga que recibir obligatoriamente un JSON.

En este momento es donde se utiliza la librería GSON la cuál es un framework que contiene en su interior el método "from JSON", este método es vital para la construcción de nuestro Servicio web, únicamente necesita recibir el dato mandado por el usuario y el tipo de clase al que hace referencia.

Una vez obtenidos los datos mencionados, la propia librería se encarga de realizar el resto de la conversión para que el Servicio web funcione correctamente.

Capítulo 4

Servicios Web

A lo largo de este capítulo trataremos de explicar los diferentes servicios web, que hemos implementado, hablando sobre tecnologías y funciones que desarrollan dentro de nuestro sistema.

4.1. Servicio de Generación de Lenguaje Natural

Como ya hemos hablado anteriormente, hemos utilizado el framework SimpleNLG-ES¹, para la fase de generación del lenguaje. Este framework está escrito en Java, lo que impide su utilización dentro de nuestro servicio web central desarrollado en Python 3².

Este Servicio Web utiliza Apache TomCat³ como contenedor, para encapsular el framework SimpleNLG-ES, y poder ser accesible desde el servicio web principal o cualquier otro servicio web del proyecto IDiLyCo⁴.

Este servicio web recibe un JSON con los datos necesarios para formar una frase, el cual gracias a GSON visto en 3.2 podemos obtener una clase Java con la cual formaremos la frase en lenguaje natural, la cual devolveremos en la respuesta del servicio.

¹<https://github.com/citiususc/SimpleNLG-ES>

²<https://docs.python.org/3/>

³<http://tomcat.apache.org/>

⁴<http://nil.fdi.ucm.es/index.php?q=projects/idilyco>

Capítulo 5

Trabajo Individual

A lo largo de este capítulo hablaremos del trabajo realizado por cada uno de los miembros del equipo, siguiendo la metodología de trabajo explicado anteriormente en 2.6

5.1. Trabajo Individual

Lo primero que realice fue un estudio del estado del arte, para comenzar con la redacción de este documento. La investigación inicial se centro en en el estudio de los SAACS, poniendo especial atención en los pictogramas y los sistemas pictograficos.

La búsqueda de información sobre los sistemas, se analizaron los sistemas pictograficos más extendidos y la comunicación a través de pictogramas. La investigación concluyo con el uso de los pictogramas de ARASAAC para el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado.

Uno de los requisitos indispensables de este proyecto, era la necesidad de incluir la aplicación dentro de un Servicio Web, por lo cual investigue sobre cuales eran las diferentes opciones para crear un Servicio Web en Python, y dada su potencia, facilidad de uso y la gran comunidad decidimos utilizar Django. Una vez expuesto y estudiado su uso, desarrolle una pequeña demo técnica, para probar su utilidad y como primer acercamiento a la tecnología.

El siguiente paso necesario, era un estudio sobre los diferentes sistemas de generación de lenguaje parte fundamental del proyecto. Investigue y documente la base teórica de la generación de lenguaje, una vez termino esto pase a la búsqueda de diferentes frameworks de generación de lenguaje en español, tras la cual encuentre el framework SimpleNLg-ES, que es el framework de generación de lenguaje natural en español que encontré. Una vez presentados los resultados desarrolle una demo utilizando dicho framework en un servicio web al cual se llama desde el servicio web de Django.

Capítulo 6

Conclusiones y Trabajo Futuro

Conclusiones del trabajo y líneas de trabajo futuro.

Chapter 6

Conclusions and Future Work

Conclusions and future lines of work.

Apéndice	A
----------	----------

Título

Contenido del apéndice

Apéndice	B
----------	----------

Título

Bibliografía

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

Miguel de Cervantes Saavedra

ABRIL ABADÍN, V. C. A., I. DELGADO SANTOS C. *Comunicación Aumentativa y Alternativa*. CEAPAT, 3º edición, 2010.

ÁLVAREZ, L. L. *Los sistemas Alternativos y/o Aumentativos de Comunicación: la Comunicación Bimodal como recurso en el aula de Audición y Lenguaje*. Tfg, Universidad de Valladolid, 2013.

BASIL, C., ALMIRALL, C. y DE LA BELLACASA, R. *Comunicación aumentativa: curso sobre sistemas y ayudas técnicas de comunicación no vocal*. Colección Rehabilitación. Instituto Nacional de Servicios Sociales, 1990. ISBN 9788486852566.

BERTOLA LÓPEZ, E. *Análisis empírico de las características formales de los símbolos pictográficos Arasaac*. Tesis Doctoral, 2018-02-15.

DALE, R., MOISL, H. y SOMERS, H. *Handbook of Natural Language Processing*. Taylor & Francis, 2000. ISBN 9780824790004.

GARCÍA IBÁÑEZ, P. G., RAQUEL HERVÁS BALLESTEROS. Una arquitectura software para el desarrollo de aplicaciones de generación de lenguaje natural. 2004.

HEHNER, B. *Símbolos Bliss. Diccionario guía*. Subdirección General de Educación Especial, 1985.

JOZEF TRZPIS, D. *Adaptación de una herramienta de Generación de Lenguaje Natural al idioma Español*. Phd, Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

- MARÍN, F. y PÉREZ, F. *Tecnologías de ayuda en personas con trastornos de comunicación*. Colección Logopedia e Intervención Series. Nau Llibres, 2003. ISBN 9788476426821.
- MARTÍN GUERRERO, A. *PICTAR: una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas*. Phd, Universidad Complutense de Madrid, 2018.
- MCDONALD, E. *Sistema Bliss. Enseñanza y uso: enseñanza y uso*. Ministerio de Educación y Ciencia, Subdirección General de Educación Especial, 1985. ISBN 9788436911763.
- ROMSKI, MARY ANN AND SEVCIK, ROSE A. Augmentative and alternative communication for children with developmental disabilities. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, vol. 3, páginas 363–368, 1997.
- URIBE, A., PORTALES, M. y ORTEGA, J. *Apoyo a la comunicación (2018)*. Formación Profesional - Atención a personas en situación de dependencia. Editorial Editex, 2018. ISBN 9788491614234.
- VICENTE, M., BARROS, C., PEREGRINO, F. S., AGULLÁ, F. y LLORET, E. La generación de lenguaje natural: Análisis del estado actual. *Computación y Sistemas*, vol. 19, páginas 721 – 756, 2015. ISSN 1405-5546.
- WARRICK, A. *Comunicación sin habla*. CEAPAT, 3º edición, 2010. ISBN 0-9684186-0-0.

*—¿Qué te parece desto, Sancho? — Dijo Don Quijote —
Bien podrán los encantadores quitarme la ventura,
pero el esfuerzo y el ánimo, será imposible.*

*Segunda parte del Ingenioso Caballero
Don Quijote de la Mancha
Miguel de Cervantes*

*—Buena está — dijo Sancho —; fírmela vuestra merced.
—No es menester firmarla — dijo Don Quijote—,
sino solamente poner mi rúbrica.*

*Primera parte del Ingenioso Caballero
Don Quijote de la Mancha
Miguel de Cervantes*

