



**Universidad
Europea**

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO

GRADO EN INGENIERÍA MATEMÁTICA APLICADA AL ANÁLISIS DE

DATOS

PROYECTO FIN DE GRADO

**Traductor LSE: Diseño de banco de datos abierto
para la Lengua de Signos Española**

Javier García García

Dirigido por

Ana del Valle Corrales Paredes

CURSO 2021-2022

TÍTULO: Traductor LSE: Diseño de banco de datos abierto para lenguaje de signos

AUTOR: Javier García García

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA MATEMÁTICA APLICADA AL ANÁLISIS DE DATOS

DIRECTOR/ES DEL PROYECTO: Ana del Valle Corrales Paredes

FECHA: Junio de 2022

RESUMEN

La tecnología ha evolucionado durante los últimos años en todos los niveles y en todas las áreas para mejorar la vida de las personas, facilitar los procesos, mejorar los entornos económicos e incluso conseguir satisfacer los deseos. Además, la tecnología también proporciona herramientas que pueden mejorar las relaciones sociales de hoy en día.

En la sociedad se puede ver como existen grupos sociales que sufren distintos tipos de discriminación o dificultades que podrían ser eliminadas o reducidas con el uso de la tecnología. Este proyecto se enfocará en aquellos que en la actualidad tienen distintas discapacidades auditivas, y por ello o siguen sufriendo discriminación o tienen dificultad para encajar en la sociedad a pesar de estos avances tecnológicos.

El objeto de este proyecto es plantear una herramienta que permita realizar traducciones en vivo del castellano a la lengua de signos española para tratar de reducir estas discriminaciones y mejorar las relaciones sociales de estos individuos en cualquier ámbito.

Para ello, con la ayuda de bases de datos, el análisis de estos y el uso de distintos softwares, se ha realizado un programa capaz de realizar dichas traducciones en tiempo real a partir de un texto en castellano. De esta manera, se ha creado un recurso que ayudará a sus usuarios a comunicarse con dicho lenguaje, realizar consultas o incluso utilizarlo para el aprendizaje.

Palabras clave: Lengua de Signos Española, Base de Datos, Traductor LSE, Limpieza de datos, Chatbot, Google Cloud Platform.

ABSTRACT

Technology has advanced over the last few years at all levels and in every area to improve people lives, facilitate processes, improve economic environments and even satisfy our desires. In addition, technology also provides tools that can improve today's social relationships.

In society it can be seen how there are social groups that suffer from different types of discrimination or difficulties that could be eliminated or reduced with the use of technology. This project will focus on those who currently have different hearing disabilities, and therefore either continue to suffer discrimination or have difficulty fitting into society despite these technological advances.

The purpose of this project is to develop a tool that allows to perform live translations from Spanish-to-Spanish Sign Language in order to try to reduce these discriminations and improve the social relations of these individuals in any field.

For this reason, with the help of databases, their analysis and the use of different softwares, a program has been created which is capable of carrying out these translations in real time from a text in Spanish. This way, a resource has been created that will help its users to communicate with this language, make searches or even use it for learning.

Keywords: Spanish Sign Language, Database, LSE translator, Data cleansing, Chatbot, Google Cloud Platform.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han apoyado a lo largo de esta etapa universitaria, en especial a Elena, ya que sin ella no habría conseguido llegar hasta aquí.

A mi tutora Ana por haber propuesto este tema inclusivo y por su ayuda a la hora de realizar este proyecto.

A mi familia que, además de ofrecerme la ayuda económica para ampliar mis conocimientos, me han apoyado siempre.

Por último, me gustaría agradecer a Samit, ya que, si no me hubiese topado con su vídeo tutorial, no creo que hubiese llegado a completar este proyecto.

“Look at me. Listen. The river... is loud. Small sounds... safe. Big sounds... not safe. Unless... there’s another sound nearby... that’s louder. You’re safe.” (Signed in ASL)

—A quiet place (2018)

John Krasinski

“Mírame. Escucha. El río... hace ruido. Los ruidos suaves... son seguros. Los ruidos fuertes... no son seguros. A no ser... que haya sonido cerca... ruido más fuerte. Así estás seguro.” (Signado en ASL)

—Un lugar tranquilo (2018)

John Krasinski

TABLA RESUMEN

	DATOS
Nombre y apellidos:	Javier García García
Título del proyecto:	Traductor LSE: Diseño de banco de datos abierto para lenguaje de signos
Directores del proyecto:	Ana del Valle Corrales Paredes
El proyecto se ha realizado en colaboración de una empresa o a petición de una empresa:	NO
El proyecto ha implementado un producto: (esta entrada se puede marcar junto a la siguiente)	NO
El proyecto ha consistido en el desarrollo de una investigación o innovación: (esta entrada se puede marcar junto a la anterior)	SI
Objetivo general del proyecto:	Realizar o investigar sobre la existencia de un banco de datos de LSE para hacer análisis de datos y una aplicación de aprendizaje que sirva para traducir textos.

Índice

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
TABLA RESUMEN	7
Capítulo 1. RESUMEN DEL PROYECTO	15
1.1 Contexto y justificación	15
1.2 Planteamiento del problema	15
1.3 Objetivos del proyecto	15
1.4 Resultados obtenidos	16
1.5 Estructura de la memoria	16
Capítulo 2. ANTECEDENTES / ESTADO DEL ARTE	17
2.1 Estado del arte	17
2.1.1 Diccionarios	17
2.1.2 Traductores de texto a imágenes	19
2.1.3 Traductores de texto a vídeos	20
2.1.4 Traductores de audio a vídeos	21
2.1.5 Traductores de signos a texto	22
2.2 Contexto y justificación	23
2.3 Planteamiento del problema	24
Capítulo 3. OBJETIVOS	25
3.1 Objetivos generales	25
3.2 Objetivos específicos	25
3.3 Beneficios del proyecto	25
Capítulo 4. DESARROLLO DEL PROYECTO	27
4.1 Planificación del proyecto	27
4.2 Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas	30
4.2.1 Búsqueda de los datos	30
4.2.1.1 Imágenes	30
4.2.1.2 Vídeos	33

4.2.1.3	Unión de los datos	34
4.2.1.4	Primeras conclusiones del análisis	34
4.2.2	Limpieza de los datos	34
4.2.3	Análisis de los datos	46
4.2.4	Chatbot	54
4.2.4.1	Preparación de los datos	55
4.2.4.2	Montaje del Chatbot con Dialogflow	55
4.2.4.3	Mejoras del Chatbot con Python	56
4.2.5	Pruebas	57
4.3	Recursos requeridos	58
4.4	Presupuesto	58
4.5	Viabilidad	60
4.6	Resultados del proyecto	60
Capítulo 5.	DISCUSIÓN	61
Capítulo 6.	CONCLUSIONES	63
6.1	Conclusiones del trabajo	63
6.2	Conclusiones personales	63
Capítulo 7.	FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO	65
Capítulo 8.	REFERENCIAS	66
Capítulo 9.	ANEXOS	71
	Anexo 1: Código fuente	71
	Anexo 2: Atributos Base de datos original del Portal LSE	71
	Anexo 3: Página web	77
	Anexo 4: Plan de negocio	80

Índice de Figuras

Figura 1: Extracto de la página web Spread the Sign tras buscar ‘hola’ (Spread the sign, s.f.) ...	18
Figura 2: Extracto de la página web HANDSPEAK tras buscar ‘table’ (Handspeak, s.f.)	18
Figura 3: Traducción en Wecapable del texto ‘Hi! How are you? I’m fine, thank you’ (Wecapable Tools, s.f.)	19
Figura 4: Hand Talk, la app para traducir a lengua de signos (Mateo, 2016)	20
Figura 5: Los idiomas más hablados en el mundo en 2021 (Fernández, 2022)	20
Figura 6: Imagen de ASL translator (ASL Dictionary - ASL American Sign Language, s.f.)	21
Figura 7: Imagen de Mimix Sign Language Translator tras traducir ‘love’ (Mind Rockets Inc, 2015)	22
Figura 8: Guante sensorial Cyberglove II (Cyberglove Systems, s.f.)	22
Figura 9: Traductor Automático de la Lengua de Signos Española a español mediante Visión por Computador y Redes Neuronales (Matallana, 2019)	23
Figura 10: Extracto del Portal LSE con una muestra de las imágenes de la configuración de las manos. (Portal LSE, s.f.)	31
Figura 11: Extracto del Portal LSE con una muestra de las imágenes de la orientación de las manos. (Portal LSE, s.f.)	31
Figura 12: Extracto del Portal LSE con una muestra de las imágenes de los elementos no manuales. (Portal LSE, s.f.)	32
Figura 13: Extracto del Portal LSE con la explicación de los valores de Iconicidad (Portal LSE, s.f.)	36
Figura 14: Extracto del Portal LSE con la representación de los Planos iniciales y Finales (Portal LSE, s.f.)	37
Figura 15: Extracto de RapidMiner que muestra los datos relevantes de ‘Cambios de configuración’ y ‘Cambios de orientación’ de nuestra base de datos	37
Figura 16: Modificación del dibujo de Miguel Devia para representar la separación de las zonas de la cara (Devia, s.f.)	38
Figura 17: Gráfico de tarta generado en RapidMiner Studio que representa la Categoría Gramatical Simple	47
Figura 18: Histograma generado en Rapidminer Studio que representa la relación entre la presencia de vídeos con las categorías gramaticales de las palabras	48
Figura 19: Gráfico de barras generado en RapidMiner Studio que representa los diversos grupos temáticos de las palabras	48

Figura 20: Gráfico de barras generado en RapidMiner Studio que representa la cantidad de puntos definidos e indefinidos en el inicio y en el final de los siglos.....	49
Figura 21: Gráfico de barras generado en RapidMiner Studio que representa los tipos de signos.	49
Figura 22: TreeMap generado en RapidMiner Studio que representa los tipos de iconicidad ...	50
Figura 23: Gráfico de tarta generado en RapidMiner Studio que representa las articulaciones a la hora de realizar los signos	51
Figura 24: Matriz de correlación generada en RapidMiner Studio de todos los atributos numéricos de la base de datos	52
Figura 25: Gráfico de dispersión generado en RapidMiner Studio que representa la relación que hay entre las categorías gramaticales con respecto a las frecuencias absolutas de sus palabras.	53
Figura 26: Gráfico de dispersión generado en RapidMiner Studio que muestra la relación entre los planos iniciales y finales.....	54
Figura 27: Funcionamiento de Dialogflow (Devoteam G Cloud, s.f.).....	55
Figura 28: Ejemplo del Chatbot en Dialogflow al introducir 'comer' (Dialogflow Google Cloud Platform, s.f.).....	56
Figura 29: Extracto de Python tras introducir 'Es UnA MuJEr Fuerte y CORRE muy RÁPido'	57
Figura 30: Extracto del vídeo del Chatbot (García, 2022)	58
Figura 31: Representación de un chatbot. Comunicación máquina-humano. (Zhang, s.f.).....	62
Figura 32: Logotipo ParseHub (parsehub, s.f.)	64
Figura 33: Logotipo Dialogflow (Dialogflow Google Cloud Platform, s.f.).....	64
Figura 34: Logotipo PyScript (Pyscript, s.f.).....	64
Figura 35: Logotipo Virtual Studio Code (Lemos, 2019).....	64
Figura 36: Extracto del Portal LSE mostrando las columnas de su base de datos (Portal LSE, s.f.)	72
Figura 37: Extracto del Portal LSE mostrando las localizaciones faciales (Portal LSE, s.f.)	74
Figura 38: Extracto del Portal LSE mostrando las localizaciones corporales de su base de datos (Portal LSE, s.f.).....	74
Figura 39: Extracto del Portal LSE mostrando os puntos de contacto (Portal LSE, s.f.).....	75
Figura 40: Descripción general de PyScript (Yang, s.f.).....	78
Figura 41: Muestra de la página web.....	78
Figura 42: Muestra de la página web en el futuro (1)	79

Figura 43: Muestra de la página web en el futuro (2) 79

Figura 44: Modelo de negocio del Traductor LSE81

Índice de Tablas

Tabla 1: Tabla cronograma del desarrollo del proyecto	29
Tabla 2: Tabla con las librerías de Python utilizadas.....	30
Tabla 3: Porcentajes de articulación de diversas partes del cuerpo a la hora de comunicarse en LSE de nuestra base de datos	38
Tabla 4: Porcentajes de puntos de contacto de los dedos y la mano a la hora de comunicarse en LSE.....	39
Tabla 5: Explicación de las columnas de la base de datos	46
Tabla 6: Porcentajes de palabras con respecto a la Real Academia Española	46
Tabla 7: Lemas con las mayores frecuencias absolutas de nuestra base de datos	53
Tabla 8: Estimación del presupuesto del trabajo realizado para crear este proyecto	59

Glosario

A continuación, se muestra la lista de acrónimos utilizados a lo largo de la memoria:

LSE Lengua de Signos Española

LSC Lengua de Signos Catalana

ASL Lengua de Signos Americana (American Sign Language)

BANZSL Lengua de signos de Nueva Zelanda, Australia y Gran Bretaña (British, Australian and New Zealand Sign Language)

LIBRAS Lengua Brasileña de Señas (Língua Brasileira de Sinais)

BOE Boletín Oficial del Estado

RAE Real Academia Española

ARASAAC Centro Aragonés para la comunidad Aumentativa y Alternativa

IA Inteligencia Artificial

HTML Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HyperText Markup Language)

LML Localización-Movimiento-Localización

CSV Código Seguro de Verificación

txt archivo de texto

OpenCV Visión Artificial Abierta (Open Computer Vision)

GCP Google Cloud Platform

CNLSE Centro de Normalización Lingüística de la Lengua de Signos Española

Capítulo 1. RESUMEN DEL PROYECTO

1.1 Contexto y justificación

Según la Federación Mundial de Sordos, más de 70 Millones de personas del mundo son sordas. Entre ellas, más de un 80% reside en países en desarrollo (Tanori, 2021). Según la CNSE, en España un 2,3% de la población pertenece a este colectivo y se comunica mediante el uso de LSE, también conocido como el Lenguaje de Signos Español (CNSE, s.f.). Según el BOE, el 23 de octubre de 2007 se aprobó la Ley 27/2007, por la que se reconocen las lenguas de signos españolas y se regulan los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con discapacidad auditiva y sordociegas (de España, 2007).

Sería más sencilla la comunicación con las personas que padecen este tipo de discapacidad si todo el mundo conociese el uso del LSE. En la actualidad no se incluye dentro de los currículos escolares el aprendizaje del lenguaje de signos. Esto dificulta el acceso a su aprendizaje ya que, en la mayoría de los casos, se ha de realizar una inversión económica para obtener estos conocimientos. Por ello se plantea si existen otras maneras de poder comunicarse que faciliten la comunicación con individuos que desconocen el lenguaje de signos.

1.2 Planteamiento del problema

A lo largo de los años ha quedado patente la existencia de una brecha en la comunicación entre personas con problemas auditivos y aquellas que no padecen estas discapacidades. Hasta la fecha, esta brecha no ha sido cubierta de manera adecuada. A día de hoy, con el auge de las nuevas tecnologías, se plantea la necesidad de ayudar a reducir esta brecha para facilitar el día a día de las personas utilizando estos nuevos recursos. Sin embargo, no siempre resulta sencillo conseguir este objetivo puesto que este tipo de ayuda tecnológica aún está lejos de ser desarrollada con todo su potencial. Así surge la idea de este proyecto con el que se pretende facilitar la comunicación de las personas por medio del análisis de datos y el desarrollo de una herramienta que ayude a la hora de producirse la comunicación entre estos individuos.

Este proyecto plantea una nueva forma de comprender y utilizar el LSE. El objetivo es dirigir este proyecto tanto a individuos que tienen dificultades o pérdidas auditiva como a individuos, sin dichas discapacidades, que quieran comunicarse con aquellos que sí la padecen. Este proyecto pretende crear un prototipo de aplicación que mejorará la calidad de la comunicación entre individuos. Este trabajo podrá tener un impacto positivo en los individuos, pero debido a la falta de recursos económicos es menor. En caso de obtener los recursos, se podría conseguir un mayor impacto y, por ello, en un futuro quizás se pueda perfeccionar con la ayuda económica de organizaciones no gubernamentales, empresas o incluso el gobierno.

1.3 Objetivos del proyecto

Este proyecto propone un sistema de traducción de un texto en castellano a LSE. Para ello se propone desarrollar un programa basado en el análisis de datos y algoritmos, en este caso un

chatbot, que hagan la traducción. Tras esto se evaluará para comprobar la precisión del modelo creado y posteriormente mejorarlo.

El motivo por el que se utilizara el lenguaje escrito (textos) en esta fase inicial del proyecto es la falta de recursos económicos que permitan utilizar la tecnología adecuada para utilizar el lenguaje oral para la traducción del castellano al LSE. Se considera que, en un futuro, eso podrá ser usado como base para seguir desarrollando y mejorando la herramienta incrementando sus funciones añadiendo el lenguaje oral.

1.4 Resultados obtenidos

El traductor desarrollado consigue realizar una traducción base del castellano a LSE mediante un chatbot. Este sistema es capaz de devolver el número identificador del vídeo, la palabra que representa dicho vídeo y el porcentaje de confianza, reproduciendo una cadena de vídeos. Con estos resultados, se puede ver que los objetivos iniciales se han logrado tras realizar las pruebas. Con esto podemos concluir que este traductor, si se consiguen los recursos económicos y técnicos necesarios se podrá desarrollar extensamente pudiendo llegar a ser una herramienta útil que ayudará a la inclusión de individuos con discapacidades auditivas en la sociedad española.

1.5 Estructura de la memoria

La estructura que sigue esta memoria consiste en los siguientes apartados:

- Capítulo 2: contiene los antecedentes y se pone en contexto el proyecto planteando el problema inicial.
- Capítulo 3: se enuncian los objetivos principales y secundarios del proyecto, al igual que se explican los beneficios que se pueden conseguir tras realizar el trabajo.
- Capítulo 4: contiene el desarrollo completo del trabajo comenzando con la planificación inicial hasta la obtención de los resultados.
- Capítulo 5: en este capítulo se discuten los principales resultados obtenidos a la hora de realizar el proyecto.
- Capítulo 6: se exponen las conclusiones del trabajo al igual que las conclusiones personales tras obtener los resultados.
- Capítulo 7: se destacan las futuras líneas de trabajo que podría desarrollar el proyecto a futuro

Capítulo 2. ANTECEDENTES / ESTADO DEL ARTE

2.1 Estado del arte

Dentro de la comunicación entre las personas, el lenguaje más habitual es el lenguaje escrito y hablado. La comunicación oral es problemática para aquellas personas con discapacidades auditivas, y la comunicación escrita lo es para aquellos con discapacidad visual. Si a esto se agrega el número de distintas lenguas que hay en el mundo (La revista *Ethnologue* estimó que en el mundo hay 7151 lenguas vivas (*Ethnologue*, s.f.), para las 7.75 billones de personas que había en el mundo en 2020 según Statista (Statista Research Department, 2021)) se puede comprender mejor las dificultades a las que se enfrentan los individuos con dichas discapacidades.

El enfoque de este trabajo se encuentra en aquellos que tienen discapacidad auditiva en España, teniendo en cuenta que, según la Federación Mundial de Sordos, son 70 millones de personas alrededor del mundo (Tanori, 2021).

El lenguaje utilizado entre aquellos con discapacidad auditiva en España es el LSE y LSC (Lengua de Signos Catalana). Estos lenguajes son los grandes desconocidos para la mayoría de la población en España. Estos tipos de comunicación son tan solo utilizados y reconocido por aquellos que padecen de esta discapacidad y por aquellos que están en su entorno. La rama de investigación de las lenguas de signos es limitada, por lo que en este estado del arte se van a ver investigaciones, en su gran mayoría, de otros lenguajes de signos.

Entre los recursos disponibles para facilitar la comunicación con individuos con discapacidad auditiva se encuentran los siguientes:

2.1.1 Diccionarios

- ***Diccionario a lenguaje de signos: Spread the Sign*** (Spread the sign, s.f.)

Al igual que existen los diccionarios para saber el significado de las palabras, como la RAE, existe un diccionario (*Spread the Sign*) en el cual, a partir de la búsqueda de una palabra o una frase, se muestran vídeos e imágenes de la representación de dicha palabra en lenguaje de signos de diversos idiomas, entre ellos el LSE o el ASL.

Al realizar las búsquedas, se propone otros ejemplos que contengan dicha palabra para que la búsqueda sea más sencilla. Además, al buscar la palabra se ofrece la categoría gramatical de dicho lema.

Este recurso es interesante, ya que las imágenes en movimiento facilitan el aprendizaje, así como el hecho de que esté disponible en distintos idiomas facilita la comunicación entre individuos de distintos países.

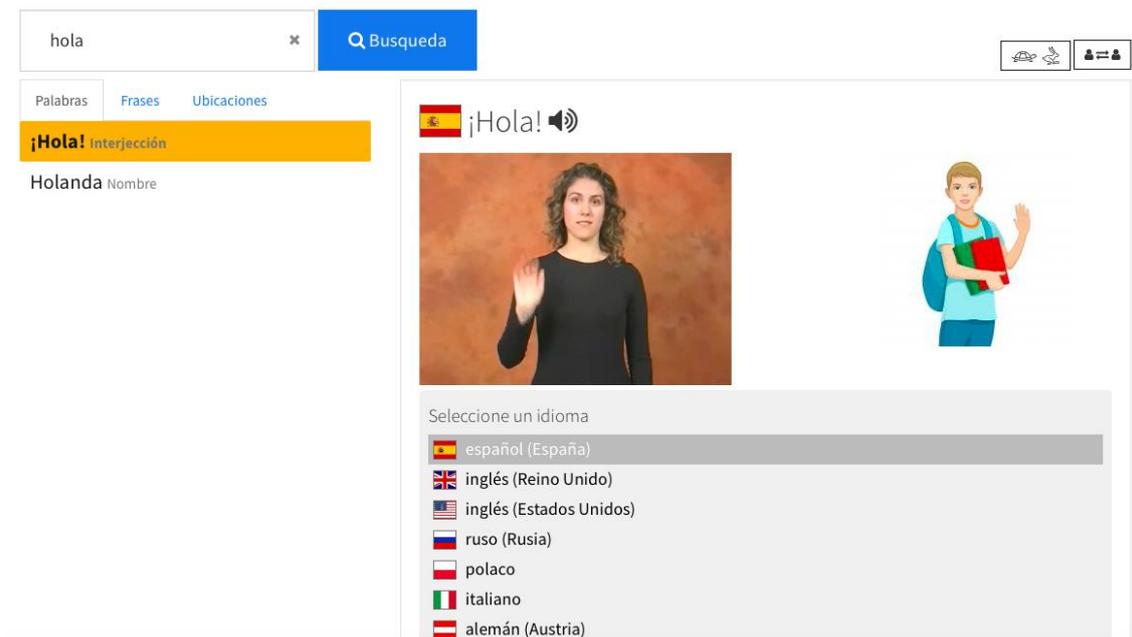


Figura 1: Extracto de la página web Spread the Sign tras buscar 'hola' (Spread the sign, s.f.)

- **HANDSPEAK** (Handspeak, s.f.)

Handspeak es una página web, que, al igual que Spread the Sign, sirve como un diccionario de lenguaje de signos. En este caso, Handspeak únicamente cuenta con conocimientos sobre ASL. Los resultados que muestra son vídeos junto con las respectivas definiciones de las palabras buscadas en inglés.

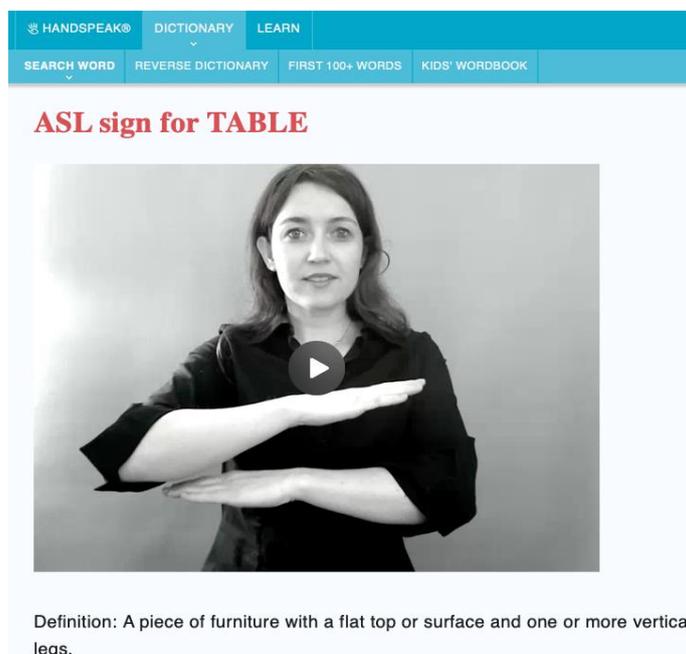


Figura 2: Extracto de la página web HANDSPEAK tras buscar 'table' (Handspeak, s.f.)

2.1.2 Traductores de texto a imágenes

- **English to Sign Language (ASL) Translator** (Wecapable Tools, s.f.)

Wecapable es una página web que proporciona diversas herramientas en línea. Entre estas herramientas se encuentra un traductor de texto a ASL (Lengua de Signos Americana) o BANZSL (Lengua de signos de Nueva Zelanda, Australia y Gran Bretaña). Esta herramienta contiene un espacio en el que, tras escribir un texto en inglés, se obtiene como salida un conjunto de imágenes que explican cómo realizar los signos letra por letra.

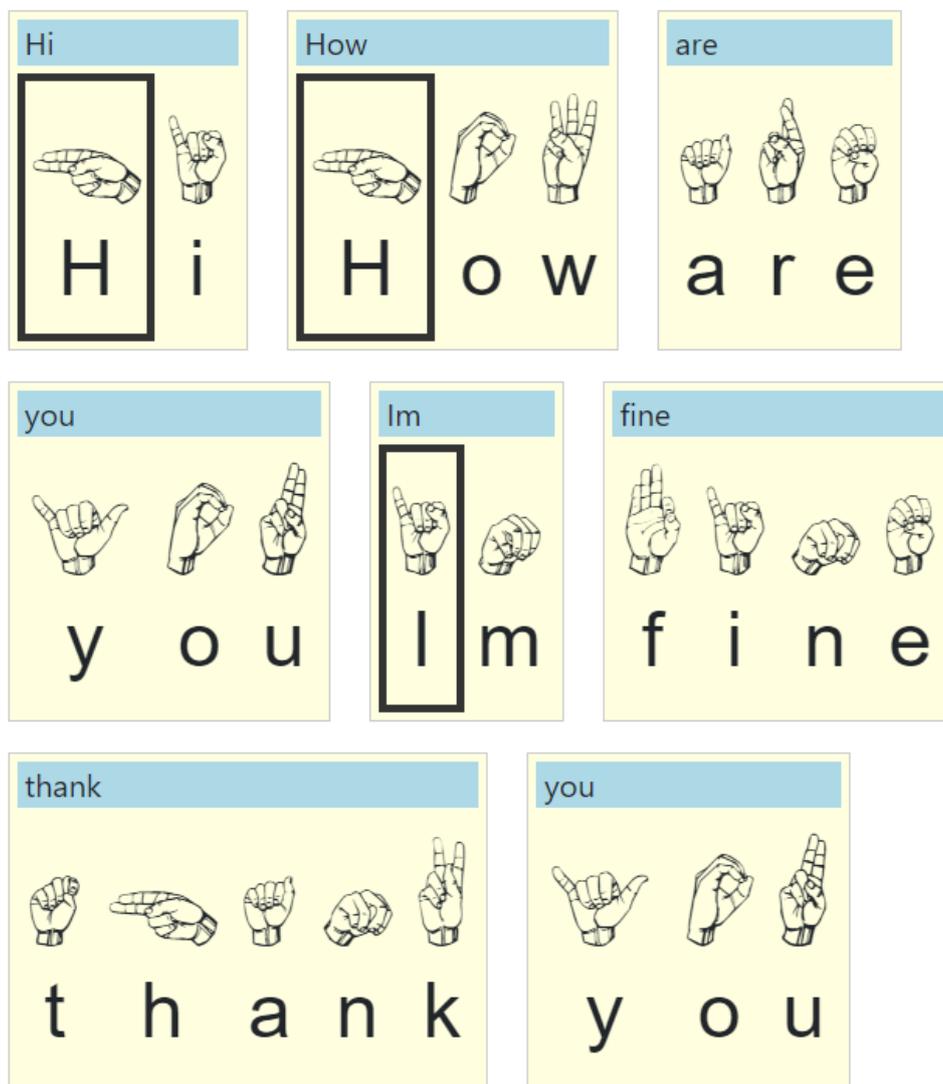


Figura 3: Traducción en Wecapable del texto 'Hi! How are you? I'm fine, thank you' (Wecapable Tools, s.f.)

Otro ejemplo que utiliza este mismo procedimiento de traducción a ASL con imágenes es LingoJam (LINGOJAM, s.f.) o Funtranslations (Funtranslations, s.f.). Al igual que el caso anterior, estas páginas traducen los textos letra a letra.

2.1.3 Traductores de texto a vídeos

- **Hand Talk** (Hand Talk, s.f.)

Hand Talk es una aplicación brasileña que traduce cualquier texto menor a 140 caracteres, ya sea de manera escrita (inglés o portugués) u oral (únicamente en portugués), a ASL y a LIBRAS (Lengua Brasileña de Señas) mediante un muñeco llamado Hugo que, mediante el 3D, expresa dicho texto en estos lenguajes de signos.



Figura 4: Hand Talk, la app para traducir a lengua de signos (Mateo, 2016)

Esta aplicación es muy práctica ya que debido al formato que tiene de animación en 3D, está dirigido al público de cualquier edad, resulta atractiva especialmente para menores y adolescentes. Su única limitación es que sólo es para traducir textos en portugués e inglés a LIBRAS y ASL respectivamente. Como se puede ver en la Figura 5, el portugués es la novena lengua más hablada en 2021 y el inglés es la primera. En caso de haber optado por la traducción de otras lenguas como el chino o el hindi, hubiese tenido mayor provecho dicha aplicación.

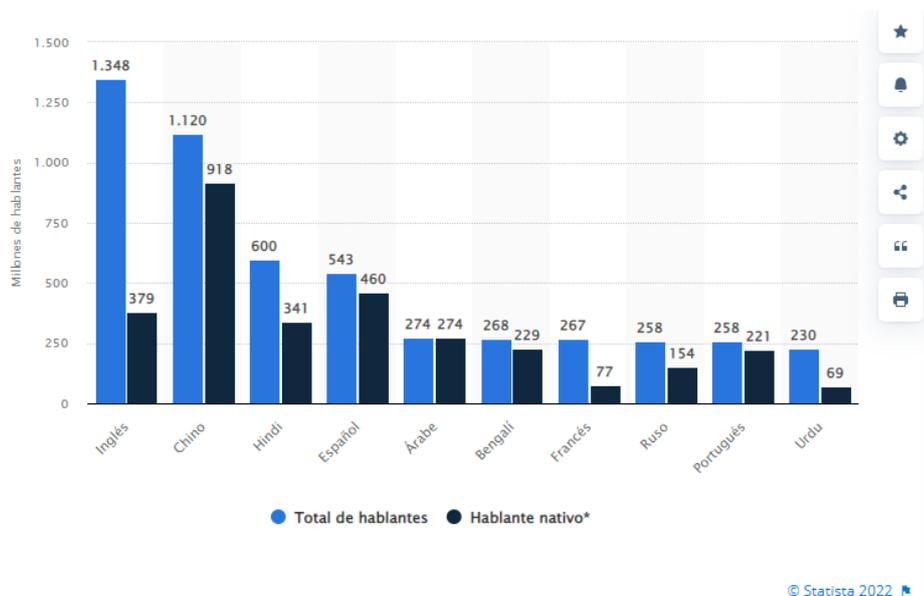


Figura 5: Los idiomas más hablados en el mundo en 2021 (Fernández, 2022)

- **ASL translator** (ASL Dictionary - ASL American Sign Language, s.f.)

ASL Translator es, al igual que Hand Talk, una aplicación de smartphones que traduce más de 30.000 palabras en vídeos que representan dichas palabras en ASL utilizando un algoritmo de traducción inteligente.

Esta aplicación consta de dos partes, la primera es un generador de texto a signos que traduce los textos en inglés a signos ASL. También ofrece la posibilidad de traducir libros enteros, correos electrónicos, documentos y textos de internet. La segunda son frases ASL que ofrece la posibilidad de aprender a señar más de 100 frases y modismos con una actriz sorda y un intérprete certificado.



Figura 6: Imagen de ASL translator (ASL Dictionary - ASL American Sign Language, s.f.)

2.1.4 Traductores de audio a vídeos

En este apartado también se incluiría Hand Talk, ya mencionada en el apartado anterior.

- **Mimix Sign Language Translator** (Mind Rockets Inc, 2015)

Esta aplicación, que cuenta con 5500 signos en ASL, es muy similar a Hand Talk ya que interpreta el inglés oral y escrito y lo traduce a lenguaje de señas utilizando un avatar. Este avatar interpreta la entrada (texto o voz) y ofrece las traducciones en tiempo real, permitiendo una comunicación más sencilla con las personas de la comunidad sorda. Por otro lado, esta aplicación ofrece una función bidireccional en la que también traduce textos a palabras habladas. Cuentan con 5500 signos de ASL. Se puede ver una imagen de dicha traducción en la Figura 7.



Figura 7: Imagen de Mimix Sign Language Translator tras traducir 'love' (Mind Rockets Inc, 2015)

2.1.5 Traductores de signos a texto

- **American Sign Language word recognition with a sensory glove using artificial neural networks** (Oz & Leu, 2011)

En este proyecto desarrollado por Cemil Oz y Ming C. Leu se creó un sistema de reconocimiento de ASL haciendo uso de las redes neuronales artificiales para traducir las diferentes señas al inglés estadounidense.

Para crear este sistema, utilizan un guante sensorial (Cyberglove™) y un rastreador de movimiento 3D (Flock of Birds®) para extraer funciones de los signos. Los datos los obtuvieron mediante unos medidores de tensión que se encuentran en Cyberglove™, que definen la forma de la mano, y mediante el rastreador que describe el recorrido de los movimientos realizados con la mano.



Figura 8: Guante sensorial Cyberglove II (Cyberglove Systems, s.f.)

Estos datos se procesan mediante una red de velocidad y se extrajeron las diversas características globales y locales para las distintas palabras de ASL. Después, utilizaron una red neuronal como clasificador de estas características. Tras entrenar y testear el modelo con 50 palabras concluyeron que su proyecto se puede utilizar para reconocer palabras aisladas.

- **Traductor Automático de la Lengua de Signos Española a Español mediante Visión por Computador y Redes Neuronales** (Matallana, 2019)

En este trabajo Final de Grado, Laura Bachiller Matallana ha desarrollado un software que realiza traducciones de LSE al castellano mediante el uso de una cámara. Se desarrolló un algoritmo para detectar la piel mediante segmentación de la imagen y otro para detectar la cara del usuario. De esta manera, elimina la cara en la detección de piel y utiliza redes neuronales para la detección de los signos.

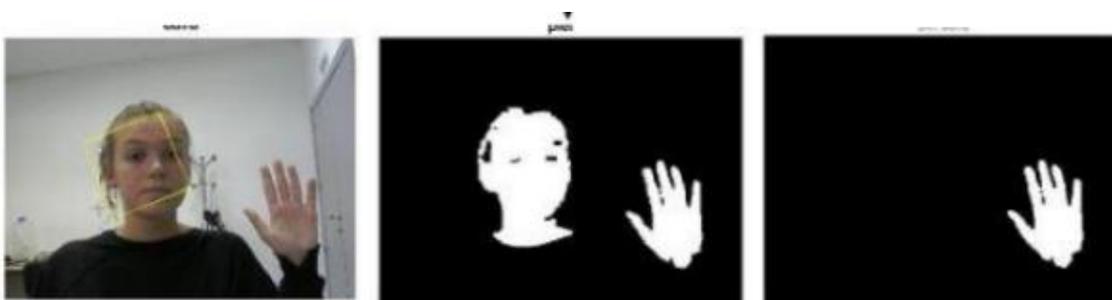


Figura 9: Traductor Automático de la Lengua de Signos Española a español mediante Visión por Computador y Redes Neuronales (Matallana, 2019)

2.2 Contexto y justificación

Según la Confederación Estatal de Personas Sordas, en España hay en torno a un millón de personas sordas. “En el mundo hay más de 300 lenguas de signos diferentes. Desde el año 2007 en España están reconocidas dos lenguas de signos: la española y la catalana. En España, la comunidad de personas sordas es de más de un millón, pero utilizan lengua de signos unas 70.000. Actualmente, cinco de cada mil nacidos tienen algún tipo de sordera. Y uno de cada mil recién nacidos recibe el diagnóstico de sordera profunda o severa.” (Accedes, 2020)

Estos datos indican la necesidad que surge de poder proporcionar los medios adecuados a un amplio porcentaje de la población (esta incluye tanto a los discapacitados auditivos como a los individuos de su entorno) y que a día de hoy sigue encontrando dificultades a la hora de comunicarse. El porcentaje de individuos con discapacidad auditiva que utiliza el lenguaje de signos es muy limitado comparado con el número de individuos que tienen dicha discapacidad, eso sin añadir a los individuos de su entorno.

Como se pudo ver en la figura 5, el español es la cuarta lengua más hablada en el mundo, por lo que se puede llegar a pensar que este proyecto podría resultar ser de gran ayuda a un número de individuos elevado mundialmente.

El potencial del desarrollo de aplicaciones y el uso del análisis de datos ha quedado demostrado durante los años. Con la mejora en el campo de la IA apoyada en el análisis de datos se han

creado y se siguen creando herramientas que ayudan a las empresas a mejorar su rendimiento. De la misma manera se pueden aplicar estas herramientas para mejorar la vida de los individuos, y en especial a aquellos individuos que tienen dificultades.

Este tipo de estudios y desarrollos implican el uso de tiempo y recursos que suponen en una gran medida una gran inversión económica, por lo que es difícil que aquellos que tienen las capacidades económicas decidan invertir en proyectos que, aunque van a tener un gran impacto en parte de la población, posiblemente no tengan un impacto positivo económico en la empresa. Por ello es necesario que las empresas apoyen de manera desinteresada este tipo de proyectos.

Para el desarrollo de los individuos es muy importante el poder socializar y pertenecer al grupo. Uno de los elementos destacables para que esto ocurra es la comunicación. Si se proporcionan los medios adecuados a las personas con discapacidades auditivas y a las personas de su entorno, esto incrementará su inclusión en todas las áreas de la sociedad y se mejorará su día a día.

2.3 Planteamiento del problema

Como se ha comentado anteriormente, en España hay más de un millón de personas con discapacidad auditiva y de ellas tan solo unos 70.000 utilizan el LSE, lo que supone un 7%. Este número está muy alejado de un porcentaje adecuado que suponga una mejora importante para su inclusión social y de esta manera se mejore su vida. Se ha podido ver que los desarrollos y recursos que facilitan las lenguas de signos son escasos y están muy inexplorados. Actualmente, no existen suficientes recursos que faciliten la comunicación con personas con discapacidad auditiva, por lo que se puede considerar que no ayuda a una mejor integración de estos individuos en todos los entornos de la sociedad. Este proyecto propone crear un traductor de texto a LSE, que no sólo ayude con las traducciones, sino que además pueda ser de ayuda para el aprendizaje del LSE. Se creará una base de datos base que contenga información sobre las palabras y de los signos, además de los vídeos o imágenes para poder representar dichas señas. De esta manera se presentará una alternativa a los ya creados traductores de ASL. Igualmente se realizará un análisis de datos inicial que ayudará al desarrollo del proyecto y que pueda ser la base para futuras mejoras si se consigue la financiación necesaria.

Capítulo 3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos generales

El objetivo general de este proyecto consiste en la creación de un sistema que ayude con la traducción en vivo del lenguaje escrito en castellano a LSE. Estas traducciones se realizan a través de diversos textos que se introducirán en un chatbot, y luego este será el encargado de seleccionar la mejor cadena de vídeos.

3.2 Objetivos específicos

- Crear una herramienta que sirva como un traductor de la lengua castellana a la lengua de signos española. En este caso se van a traducir textos en castellano.
- Ayudar a las personas con discapacidad auditiva a poder entender el significado de cualquier texto como fase inicial que podrá ser mejorada y ampliada en un futuro.
- Ayudar a los individuos del círculo de las personas con discapacidad auditiva a tener una herramienta que pueda usarse para el aprendizaje.
- Mejorar y facilitar la comunicación de las personas, además de reducir la discriminación hacia este sector.
- Buscar la existencia de bases de datos, principalmente sobre el LSE, con las que poder trabajar y extraer dichos datos para el entrenamiento del modelo.
- Hacer una selección de los datos que van a ser de mayor utilidad para el traductor.
- Transformar los datos en caso de ser necesario para su correcto uso.
- Limpiar los datos y rellenar los valores nulos para obtener una base de datos completa y útil.
- Extracción de características que puedan ser apropiadas para el entendimiento de los signos.
- Analizar la base de datos en donde se pueda hacer una visualización de estos mediante gráficos.
- Realizar un chatbot que, mediante el aprendizaje, consiga devolver como salida un conjunto de vídeos acordes al texto que se desee implementar.

3.3 Beneficios del proyecto

Los objetivos mencionados en los apartados anteriores derivan en un objetivo en particular, ayudar a la comunicación entre las personas con discapacidad auditiva y aquellos individuos de su entorno en países donde se habla el castellano. Al igual que las personas cuando viajan a otro país en el que desconocen el habla utilizan los traductores para poder comunicarse, este

proyecto facilitaría la comunicación entre personas con discapacidad auditiva y las personas desconocedoras del LSE.

Igualmente, otro beneficio a largo plazo sería su uso para el aprendizaje del LSE, facilitando así el aprendizaje tanto a personas con discapacidad auditiva como a las personas de su entorno.

El proyecto se podría abrir para la colaboración con entidades que tengan las capacidades económicas que ayuden a mejorar el proyecto creando así un impacto muy positivo en la sociedad y mejorando las responsabilidades sociales de las entidades. Entre las posibles entidades que podrían tener interés en invertir en un proyecto de estas características están las fundaciones sociales de grandes bancos, asociaciones sin ánimo de lucro e incluso el propio gobierno.

Este sistema se podrá desarrollar en futuras líneas de trabajo facilitando más su uso y su respectiva traducción.

Capítulo 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Planificación del proyecto

Este proyecto se comenzó a realizar desde febrero completando así 4 meses de duración. A continuación, se muestra una descripción de las fases que se han llevado a cabo para desarrollar este proyecto:

Fase 1: Planificación del proyecto

1. Definir el problema a resolver.
2. Definir los objetivos del proyecto.
3. Buscar información relevante a las lenguas de signos.
4. Investigar estudios y aplicaciones previas de traducción a lenguaje de signos. (Estudio del Arte).
5. Reuniones con la tutora dos veces por mes como mínimo.

Fase 2: Integración y recopilación de los datos

1. Buscar bancos de datos de LSE y recopilar los datos.
2. Buscar bancos de datos de ASL.
3. Buscar vídeos de LSE.
4. Web scraping para obtener los enlaces de las imágenes y los vídeos con Python y ParseHub.

Fase 3: Selección, limpieza y transformación

1. Utilizar Python y Rapidminer Studio para:
 - a. Seleccionar los datos que sean más útiles y descartar aquellos que no proporcionen información para el análisis.
 - b. Rellenar los valores nulos con el mejor valor para el entendimiento de los datos.
 - c. Crear nuevas columnas útiles para el entendimiento y el análisis de los datos.

Fase 4: Análisis exploratorio de los datos (EDA)

1. Hacer un análisis de los datos mediante gráficos realizados con Rapidminer Studio.

Fase 5: Chatbot

1. Estudiar las diferentes opciones de chatbot para que, al meter un texto, el chatbot devuelva una cadena de números identificativos de los vídeos.
2. Preparación del entorno.
3. Crear el chatbot encargado de hacer la traducción, mediante Dialogflow y Python.

4. Implementar un código que con la salida del chatbot, reproduzca los vídeos indicados.

Fase 6: Pruebas

1. Realizar diversas pruebas para comprobar la funcionalidad del Traductor.
2. Observar los porcentajes de precisión en las traducciones de las palabras e intentar mejorarlos.

Fase 8: Memoria

1. Realizar la memoria del proyecto.

Tareas	Mes					N.º Horas
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		
Planificación del proyecto						
Definir el problema						50
Definir los objetivos						
Buscar información						
Estudio del Arte						
Reuniones con la tutora						
Integración y recopilación de los datos						
Búsqueda banco de datos						60
Búsqueda de videos LSE						
Web Scraping						

Selección, limpieza y transformación					
Seleccionar los datos					60
Rellenar los valores nulos					
Crear atributos					
Análisis exploratorio de los datos (EDA)					
Análisis de datos					20
Chatbot					
Estudio de opciones					30
Preparación del entorno					
Creación de Chatbot					
Visualizar vídeos					
Pruebas del traductor					
Pruebas					20
Memoria					
Memoria					70
Total de horas					310

Tabla 1: Tabla cronograma del desarrollo del proyecto

A continuación, se muestra una tabla con las librerías utilizadas para hacer los diversos procedimientos con Python (Jupyter Notebook y Google Colab):

Librerías	Descripción
pandas (pd)	Es una librería de Python que se especializa en el manejo y en el análisis de estructuras de datos.
BeautifulSoup (bs4)	Es una librería de Python que sirve para extraer datos desde sitios HTML.
os	Es una librería de Python que se utiliza para interactuar con el sistema operativo.
OpenCV (cv2)	Es una librería de enlaces de Python diseñada para resolver problemas de visión por computadora.
Colorama	Es una librería utilizada por estética ya que permite imprimir una salida de texto en diversos colores.

Tabla 2: Tabla con las librerías de Python utilizadas

4.2 Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas

Este proyecto se divide en varias fases que van desde la búsqueda y recopilación de los datos hasta la creación del traductor final. Estas fases se van a poder ver a continuación con sus respectivas explicaciones de lo realizado:

4.2.1 Búsqueda de los datos

Para buscar los datos con los que se va a trabajar, se investigó acerca de la existencia de bases de datos LSE. De esta manera se pudo encontrar el Portal LSE (Portal LSE, s.f.) en donde había una base de datos que constaba de 55 columnas y 5172 filas. Para extraer estos datos se tuvo que hacer de 100 en 100 filas, obteniendo así un total de 52 documentos CSV. Estos documentos se unieron en uno solo formando la primera base de datos inicial. En el Anexo 2 se pueden ver las características de las 55 columnas.

De esta base de datos, tras un análisis inicial, se vio que había palabras repetidas que contenían ns_localizacion, ns_configuracion y ns_movimiento, por lo que dichas filas se excluyeron con Python ya que, a la hora de hacer la traducción, no serán de utilidad debido a que son una ampliación de las palabras y al realizar dicha traducción se hace uso de la ‘palabra base’

4.2.1.1 Imágenes

Cabe destacar que las columnas que contenían imágenes se exportaron con un simple número que identificaba dichas imágenes, por lo que, para extraer estas se tuvo que hacer uso de web scraping con Python para obtener dichas imágenes. De esta manera se consiguió sacar 5 tablas diferentes de imágenes que se muestran a continuación:

- Configuración: estas imágenes contienen los signos que se realizan para representar a las palabras.



Figura 10: Extracto del Portal LSE con una muestra de las imágenes de la configuración de las manos. (Portal LSE, s.f.)

- Orientación: estas imágenes contienen flechas indicando la orientación de las manos.

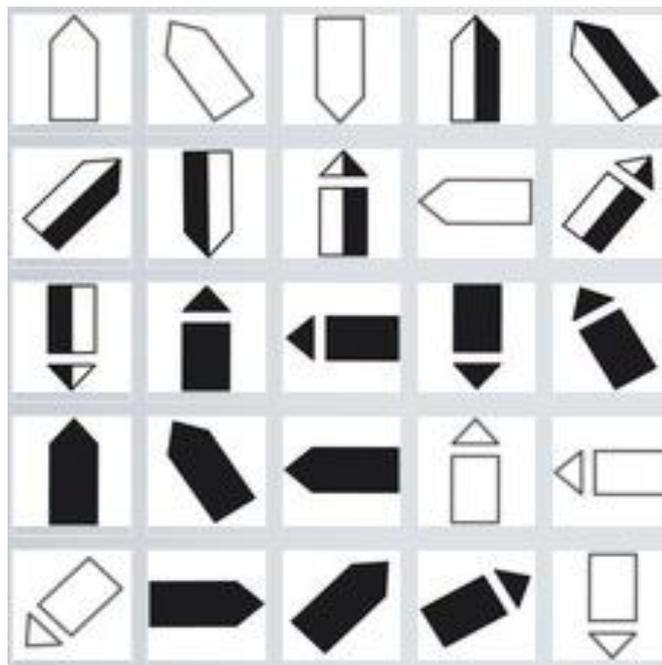


Figura 11: Extracto del Portal LSE con una muestra de las imágenes de la orientación de las manos. (Portal LSE, s.f.)

- Elementos No Manuales: estas imágenes contienen las posiciones que toman las distintas partes del cuerpo que ayudan a los signos realizados por las manos.
- Orientación Mano Derecha: estas imágenes contienen flechas indicando la orientación de la mano derecha.
- Orientación Mano Izquierda: estas imágenes contienen flechas indicando la orientación de la mano izquierda.

Haciendo uso de RapidMiner Studio, se importó la tabla de Elementos no manuales para hacer una correcta separación en las 6 partes del cuerpo que contenía dicha tabla. Así se consiguieron las siguientes tablas:

- Boca: Contiene las posiciones de la boca.
- Cabeza: Contiene las posiciones de la cabeza.
- Cejas: Contiene las posiciones de las cejas.
- Hombros: Contiene las posiciones de los hombros.
- Mejillas: Contiene las posiciones de las mejillas.
- Ojos: Contiene las posiciones de los ojos.

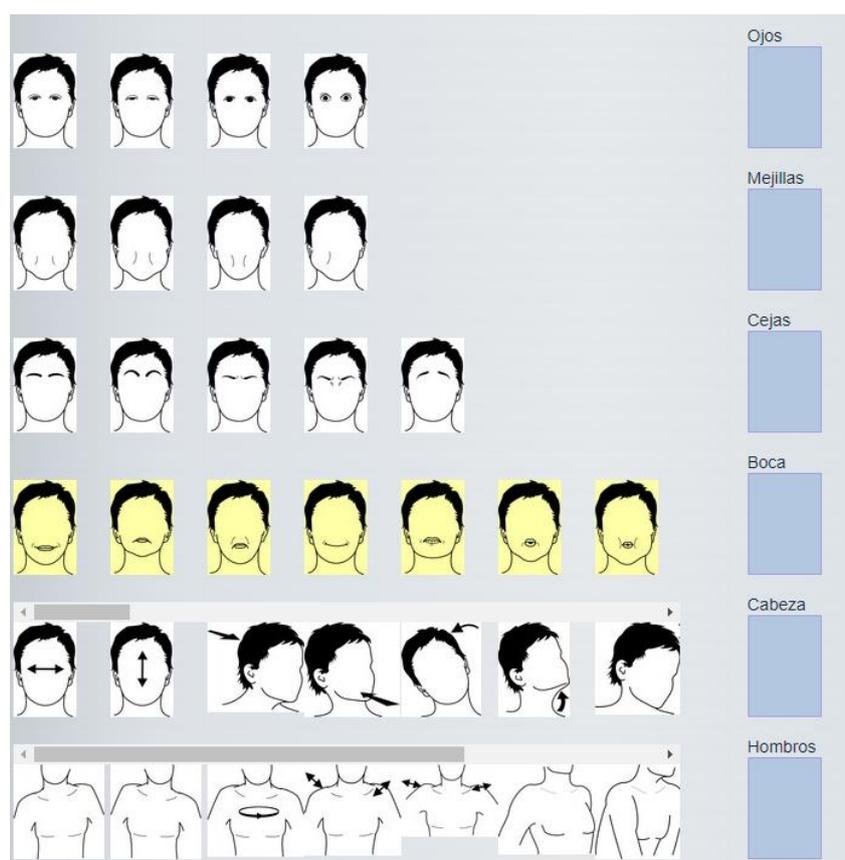


Figura 12: Extracto del Portal LSE con una muestra de las imágenes de los elementos no manuales. (Portal LSE, s.f.)

4.2.1.2 Vídeos

Uno de los obstáculos a los que se enfrentó fue al usar la base de datos obtenida en el Portal LSE creado por los vídeos. Estos solo se podían visualizar con Adobe Flash Player, el cual dejó de estar disponible el 31 de diciembre de 2020. Al no tener vídeos se tuvo que volver a realizar una búsqueda de vídeos que se pudiesen agregar en este proyecto. Se encontraron diversas páginas que contenían dichos vídeos, se contactó con dichas páginas y solo se obtuvo respuesta de dos.

Una de las páginas que contestaron fue Spread the Sign, ya mencionada en el Estado del Arte. Estos requerían pagar una licencia de 12 meses por 400€. Desafortunadamente no se disponen de recursos económicos que permitan su compra para la realización del proyecto.

La otra página de la que se recibió una respuesta fue de CNLSE (Centro de Normalización Lingüística de la Lengua de Signos Española) que facilitó información que útil para el trabajo, pero con respecto a los vídeos no se obtuvo ninguna base de datos. Cabe destacar que en su correo comunicaban que actualmente no existen evidencias que permitan pensar en una implementación con garantía de calidad de un traductor. Debido a esto, la web que se va a crear va a traducir palabra a palabra. (Segu, 2021)

Siguiendo con la búsqueda de los vídeos se llegó a encontrar ARASAAC, que mediante el uso del web scraping se pudo obtener los enlaces de los vídeos de las diferentes categorías de palabras. El problema vino cuando estos enlaces estaban identificados por un número y no por la propia palabra, por lo que observando los enlaces de cada palabra se observó que dichos enlaces contenían el número identificador. Para poder extraer las palabras con su identificador se hizo uso de ParseHub.

Antes de obtener los datos se vio que en ParseHub únicamente abría la página web en inglés. Se pudo comprobar que esto era debido a que al cambiar la página en los distintos idiomas que ofrece, el enlace no se modifica, por lo solo se pudieron obtener las palabras en inglés. Poco a poco, se fueron sacando las palabras y los identificadores de cada una de las categorías que había en ARASAAC. Al haber extraído 59 documentos CSV se unieron y se importaron en RapidMiner Studio.

En RapidMiner Studio se eliminaron las filas que contenían la misma palabra o el mismo identificador y se unió con la base de datos que contenía los enlaces. Así se obtuvo una tabla compuesta por las palabras en inglés, el identificador y sus respectivos enlaces a los vídeos. Tras hacer esto se exportó la base para traducir las palabras.

Tras intentar con varios métodos de procesamiento de lenguaje natural en Python para traducir dicha base de datos y no obtener ningún resultado se tuvo que acudir a DocTranslator, un traductor de documentos en línea.

Al tener el documento CSV traducido, se abrió con Excel y con las funciones de reemplazar se eliminaron todas las tildes, diéresis y se cambiaron las mayúsculas por minúsculas para reducir el número de problemas que puedan ocurrir a la hora de hacer las traducciones a LSE.

4.2.1.3 Unión de los datos

La unión de los datos se hizo mediante RapidMiner Studio. Lo primero que se hizo al importar la base de datos inicial fue modificar el nombre de las columnas de las manos ya que estas estaban duplicadas debido a que las primeras representaban al signo y las segundas a la orientación. Se excluyó la primera fila ya que era el número que ocupaba en la tabla y la última columna que eran los vídeos que estaba completamente vacía. Los valores nulos de las columnas de las manos se reemplazaron por 0 y los missing values de los Elementos No Manuales por el valor 'desconocido'.

De la base de datos de los vídeos se han eliminado las palabras que se han repetido debido a la traducción.

Con este primer análisis de datos y su posterior limpieza se procedió a unir las diferentes tablas para formar la base de datos que se utilizará finalmente en el proyecto.

4.2.1.4 Primeras conclusiones del análisis

Las primeras conclusiones que se han obtenido son las siguientes:

- De las 2329 palabras con las que se escogieron de la tabla inicial, se ha aumentado a un total de 3835 palabras, de las cuales 1506 son palabras nuevas.
- Solo 391 palabras de la base de datos de los vídeos coinciden con la primera base de datos.

4.2.2 Limpieza de los datos

Antes de comenzar con la limpieza de los datos hay que saber que se van a hacer aproximaciones a la hora de rellenar muchos de estos datos ya que para tener una precisión del 100% habría que ir abriendo vídeo a vídeo y consultando con profesionales para obtener los datos correctamente, y actualmente no se disponen de dichos contactos.

Se abrió la base de datos final en RapidMiner Studio y se hizo una primera visión general de todas las columnas y los datos que se tenían.

El primer paso fue seleccionar las columnas que se querían descartar debido a que no se veía ningún uso para el futuro análisis, por lo que se quitaron de esta manera 10 columnas (No signo, Signo de partida no signo, Categoría Gramatical LSE, Zona de uso, Notas genéricas, Observaciones genéricas, Alófonos, Modo, Variaciones dialectales y Etimología).

Lo segundo que se realizó fue modificar 26 valores de la columna 'Lema' (las palabras) ya que presentaban diversos fallos. Algunas de las palabras estaban juntas cuando constaba de 2 o más palabras, como es el ejemplo de 'buenasnoches' o 'tarjetadecredito', y tres de los valores contenían el siguiente carácter: , el cual significaba el carácter de abrir interrogación '¿'. Algunas de las palabras como pingüino o cigüeña que contienen diéresis estaban sustituidas por una ñ, por lo que se realizó el cambio a una u sin diéresis. Finalmente había algunas palabras que iban seguidas de un número al final, pero que no tenían esa misma palabra sin número. Por eso, dichas palabras se sustituyeron sin el número.

Es interesante obtener las frecuencias de uso de cada una de las palabras, por lo que investigando en internet se encontró una web de la RAE llamada CREA (Real Academia Española,

s.f.) en el que se encuentra un listado de 737.798 palabras con sus respectivas frecuencias de uso (frecuencia absoluta) y frecuencias normalizadas. El documento TXT se tuvo que transformar en CSV y a la hora de realizarlo hubo varios fallos con respecto a las palabras debido a que estas presentaban un espacio al final. Para eliminar este espacio se hizo uso de Kotools, una caja de herramientas de Microsoft Excel. Tras realizar esta eliminación de los espacios, se eliminaron las mayúsculas, las tildes y las diéresis para la correcta unión con la base de datos.

Al igual que se hizo con las columnas respectivas a los enlaces de las imágenes y de los vídeos, los valores se rellenaron como desconocidos, y en cuanto al número de las imágenes se rellenó con un 0.

La siguiente columna de la que se iban a rellenar los valores fue la columna de la Categoría Gramatical Española. La idea inicial era hacer uso del Procesamiento de Lenguaje Natural con Python, pero debido a que no se encontró la manera de hacerlo correctamente, se tuvo que hacer uso de una página web (BVMC.Labs, s.f.). Dicha web cuenta con un analizador morfológico en el que, a partir de una frase o un texto, este devuelve un análisis morfológico de cada palabra. Como no se permitía poner todas las palabras a la vez, se tuvo que ir haciendo tandas de las cuales se fueron pegando los resultados en un Excel y de ahí se obtuvieron todas las palabras. Antes de hacer la unión con la base de datos, se realizó una revisión de cada una de las palabras haciendo alguna modificación, como es el caso de las palabras con número. Aquí cabe destacar que los resultados obtenidos no pueden ser precisos al 100% debido a que las palabras pueden variar según el contexto en el que se encuentren en una frase.

Se importó este documento a RapidMiner Studio y se modificaron los 41 valores obtenidos, ya que estos contenían otros ejemplos de dichas categorías. Tras este paso, se generó un nuevo atributo que contenía los valores de categoría gramatical más simplificados (sustantivo, verbo...), obteniendo así 11 valores diferentes. Finalmente, las palabras que no contenían ninguna categoría gramatical las rellené como frase, debido a que la web analizaba palabra a palabra.

La siguiente columna que se limpió fue 'Grupo temático'. Lo primero que se hizo fue reducir el número de valores ya que constaba de 261 valores distintos hasta obtener 25 valores diferentes. Los missing values que eran verbos se rellenaron con 'acciones', y los adjetivos se rellenaron como 'características', el resto de valores se rellenaron como miscelánea ya que era el valor más repetido. Según la RAE, miscelánea es 'Mixto, vario, compuesto de cosas distintas o de géneros diferentes' (RAE, s.f.)

En cuanto al atributo 'Velocidad' se han rellenado los valores perdidos con el valor de Normal, debido a que las velocidades lentas y rápidas representan un pequeño porcentaje de los datos.

Siguiendo con los Elementos No Manuales, se ha podido apreciar que en las Cejas y los Ojos más de un 70% eran 'Normales'. Debido a esto los valores perdidos se han rellenado con este mismo valor. El resto de Elementos No Manuales, excluyendo la boca, se ha supuesto que tenían el mismo valor, por lo que se han rellenado de igual forma que las Cejas y los Ojos. Los valores de la boca se han agrupado en 9 grupos diferentes y los desconocidos se han rellenado con 'vocalizar' debido a que en algunos casos es común pronunciar al mismo tiempo la palabra equivalente a los signos.

Los 'Movimientos de trayectoria' constaban de 6 diferentes valores, destacando con gran mayoría la trayectoria recta. Por este motivo se han rellenado estos con el valor 'Recto'.

Javier García García

Al igual que el caso anterior, se han rellenado con el valor más frecuente las columnas ‘Desde’ y ‘Hasta’. El valor más frecuente es ‘def’, véase, los puntos iniciales y finales están definidos.

Para rellenar los números de sílabas se investigó en el Portal LSE ya que se vio que el número de sílabas no concordaba con las sílabas gramaticales. Se vio que esta columna representa el número de movimientos basados en el concepto de la sílaba LML. En esta misma web se muestra una nota que especifica que la mayoría de los signos tienen una sílaba, por lo que los valores perdidos se rellenaron con el número 1.

El atributo ‘Sublema’ se ha realizado un cambio hacia ‘Frase’ en el que, si el valor es un 0, el valor de ‘Lema’ no es una frase, pero si el valor es 1, el ‘Lema’ si es una Frase.

Algunos de los atributos como ‘Tipo de Signo’ o ‘Iconicidad’ son complicados de rellenar. El ‘Tipo de signo’ representa la clasificación del signo según el número de manos y su relación entre sí. La ‘Iconicidad’ es la relación entre el signo y sus significados. Debido a que no se puede rellenar con mucha precisión, se ha optado por rellenar los valores perdidos como ‘desconocido’. Por otro lado, en el ‘Tipo de Signo’ se han renombrado las diferentes categorías para que se entiendan mejor.

Categoría	ejemplo	descripción
No icónico	HOTEL	no existe relación entre la forma del signo y su significado
Iconicidad de toda la entidad: figurado	ARBOL	se representa el referente entero con parte del cuerpo
Iconicidad de toda la entidad: trazado	BOTELLA	se representa el referente entero dibujando su forma
Iconicidad de parte de la entidad: figurado	VACA	se representa parte del referente con parte del cuerpo
Iconicidad de parte de la entidad: trazado	OSO	se representa parte del referente dibujando su forma
Acción representada: acción	APLAUDIR	se hace la acción que es el referente del signo
Acción representada: manipulación	LAPIZ	se hace la acción de manipular el referente del signo
Metonimia: entidad asociada	MAYO	el signo representa un objeto asociado con el referente
Metonimia: acción asociada	JUEZ	el signo representa una acción asociada con el referente
Metáfora	SECTA, EROTICO	el significado del signo tiene una relación conceptual con su referente: comparten una propiedad común (p.ej. ZURDO ? malo ? Diablo)
Señalamiento	CABEZA	se señala directamente el referente
Diagramático	EN-FRENTE	la relación entre partes del referente está reflejada en la relación entre partes del signo

Figura 13: Extracto del Portal LSE con la explicación de los valores de Iconicidad (Portal LSE, s.f.)

A continuación, se decidió eliminar varias columnas. La primera ‘Glosa’ se eliminó ya que no iba a proporcionar mucha información para el análisis debido a su similitud con ‘Lema’. En cuanto a ‘Referente’ se vio que habían más de 1.000 valores diferentes, muy complicados de agrupar. ‘Vocalización’ se decidió suprimir ya que, al igual que ‘Glosa’ no aportan mucha información para el análisis.

Dos atributos (‘Repetición’ y ‘Contacto’) contenían un guion como valores por lo que su valor se reemplazó por ‘No tienen’. Los valores perdidos de dichas columnas se rellenaron como ‘desconocido’.

Los siguientes atributos en completar han sido ‘Plano Final e Inicial’. Estas dos columnas son muy complicadas de rellenar por lo que se optó por rellenar los datos con el número 4 que implica un valor desconocido. De esta manera se puede distinguir del resto de los números y no interferirá a la hora del análisis.

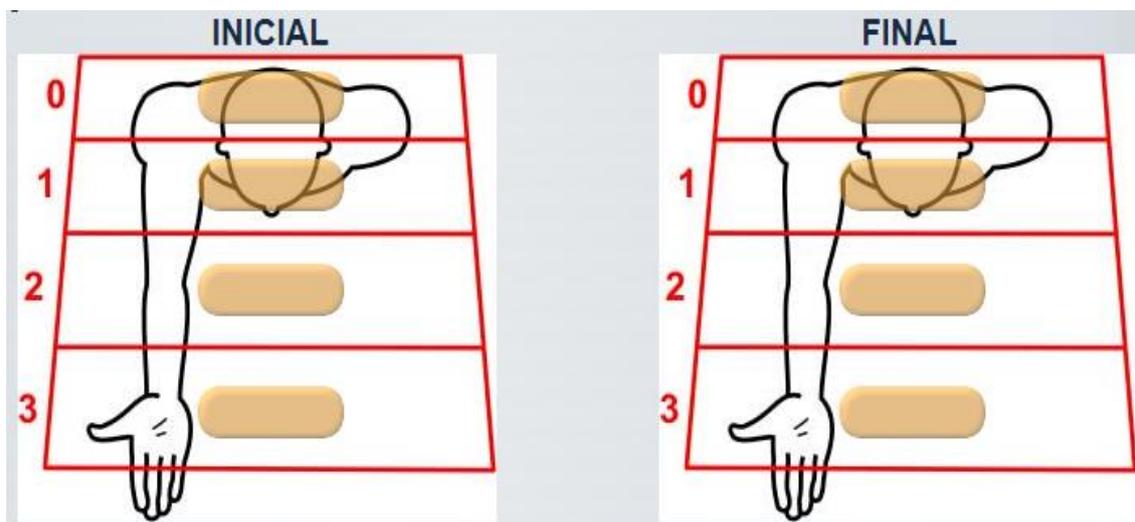


Figura 14: Extracto del Portal LSE con la representación de los Planos iniciales y Finales (Portal LSE, s.f.)

Viendo las columnas de 'Cambios de configuración' y 'Cambios de orientación' se quiso ver si mantenían una correlación, por lo que se tuvieron que crear las mismas columnas con datos numéricos, y así, se obtuvo una matriz de correlación y se obtuvo una correlación de 0,726. Viendo los valores de estas dos columnas se aprecia que, en la primera, destaca 'No', mientras que, en la segunda, este valor está muy cercano al 'Sí'. Debido a la alta correlación, se ha decidido rellenar los datos faltantes de las dos con el valor 'No'. Al haber únicamente 3 tipos de valores diferentes, hay una mayor probabilidad de acierto.

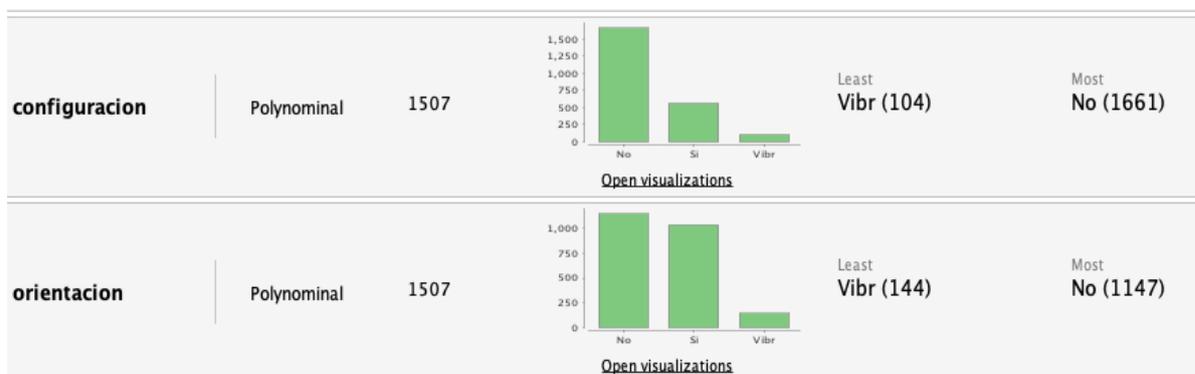


Figura 15: Extracto de RapidMiner que muestra los datos relevantes de 'Cambios de configuración' y 'Cambios de orientación' de nuestra base de datos

Revisando la columna 'Articulador', se vio que había 85 categorías diferentes, por lo que se agruparon estas categorías en 15. Tras haber hecho esta reducción se crearon 4 columnas numéricas diferentes en las que, si el valor es 1 indicará que esa zona del cuerpo se articula, mientras que si el valor es un 0 indicará lo contrario. Las columnas en cuestión son las siguientes:

Nombre columna	% Si = 1	% No = 0
Articulador Codo	73%	27%
Articulador Hombro	62,15%	37,85%
Articulador Muñeca	29,99%	70,01%
Articulador Dedos	24,26%	75,74%

Tabla 3: Porcentajes de articulación de diversas partes del cuerpo a la hora de comunicarse en LSE de nuestra base de datos

Viendo la tabla, se observa que la mayoría de las palabras no articulan las muñecas ni los dedos, mientras que, en el caso contrario, los codos y los hombros se suelen articular a la hora de utilizar el lenguaje de signos en español. De este modo, se ha decidido rellenar los valores perdidos de Articulador con el valor 'Codo y Hombro'.

Siguiendo con la 'Localización Facial/Corporal Inicial' y la 'Localización Facial/Corporal Final', se hizo una reducción de las categorías hasta obtener 16 valores. Las categorías que representaban varios elementos se renombraron como 'Mixto', ya que no representaban una gran parte de los datos. Por otro lado, al haber muchas partes de la cara, estas se decidieron recopilar en 3 apartados que se pueden ver en la siguiente imagen: Cara superior (por encima de la línea azul), Cara medio (entre las líneas azul y roja) y Cara inferior (por debajo de la línea roja).

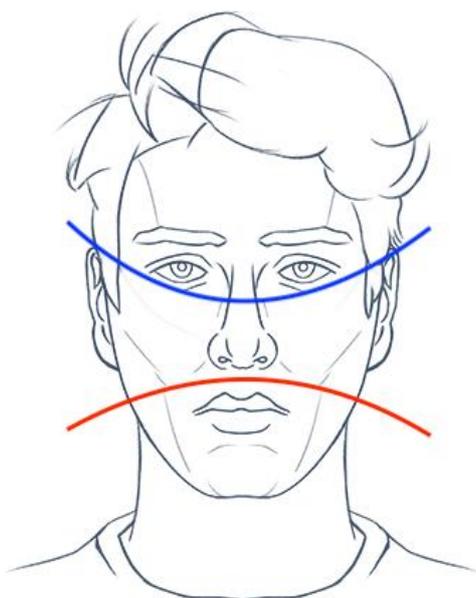


Figura 16: Modificación del dibujo de Miguel Devia para representar la separación de las zonas de la cara (Devia, s.f.)

Tras hacer esta agrupación de los datos se vio que ‘Espacio neutro’ era el valor más frecuente, por lo que los missing values se rellenaron con este valor.

Otra de las columnas que se rellenó con el valor más frecuente fue ‘Producción de movimiento’, en el que el número 1 era el valor que más destacaba frente al resto de valores de dicho atributo.

Observando ‘Puntos de contacto’ se vio que algunos de los datos obtenidos en el Portal LSE no tenían ningún valor, por lo que estos se rellenaron con ‘No tiene’. Esto se hizo también con ‘Momentos de contacto’ ya que estas dos columnas están relacionadas. Volviendo con los ‘Puntos de Contacto’, se realizó una primera agrupación de los datos a 60 diferentes categorías. Aquí se pudo obtener 6 nuevas columnas que se podrán ver en la siguiente tabla.

Punto de contacto	% Si	% NO
PC Pulgar	20,01%	79,99%
PC Meñique	9,53%	90,47%
PC Corazón	17,05%	82,95%
PC Anular	10,35%	89,65%
PC Índice	33,75%	66,25%
PC Mano	11,08%	88,92%

Tabla 4: Porcentajes de puntos de contacto de los dedos y la mano a la hora de comunicarse en LSE

Viendo esto podemos ver que el dedo con el que hay mayor punto de contacto es el Índice.

Tras haber obtenido estas columnas, se volvieron a agrupar los valores de Puntos de Contacto hasta obtener 9 categorías que incluyen ‘1 dedo’, ‘2 dedos’, ‘3 dedos’, ‘4 dedos’ y ‘mix’.

Para rellenar los valores de ‘Contacto’, ‘Puntos de Contacto’ y ‘Momento de contacto’ se optó por rellenar los missing values con desconocido, y los valores de las columnas que empiezan por PC (PC Pulgar, PC Meñique, ...) se han rellenado con un 2, que indicará que no se conoce el valor.

Las frases al no tener ni frecuencia absoluta ni relativa se decidieron rellenar con la media. Como algunas palabras tienen frecuencias muy altas como son ‘que’, ‘y’, ‘a’ y algunas pocas palabras más, se decidió utilizar un filtro. Para utilizar este filtro se vio primero un Histograma de frecuencias normalizadas en el que la primera barra, que agrupaba a la mayor parte de las palabras, representaba las frecuencias normalizadas que se encontraban en el rango [0, 3068]. Debido a esto, el filtro que se utilizó fue de frecuencias normalizadas menores o iguales a 3.068. Ya con este rango de palabras, se completaron las frecuencias absolutas y normalizadas de las frases.

En la base de datos obtenida en el Portal LSE se repiten palabras con un número al final (Ej. acabar, acabar2, acabar3) que representan diferentes significados. Para completar las frecuencias de estas palabras, primero se ordenó la columna ‘Lema’ alfabéticamente, y los datos faltantes se rellenaron con el valor previo, véase, la misma palabra sin el número.

Se ha creado una nueva columna numérica ‘N_Videos’ donde 1 indica la existencia de vídeos y 0 indica la ausencia de estos. Esta columna puede resultar interesante para el análisis que se realizará tras la limpieza de los datos.

Antes de tener la base de datos limpia, se volvió a hacer una unión con la base de datos de los vídeos para agregar la columna de los números de vídeos, ya que finalmente se vio que resultaba más sencillo reproducir los vídeos con los identificadores.

Como último paso antes de exportar la base de datos a un CSV, se ha reordenado todas las columnas, y una vez exportado el CSV, se han reemplazado las ñ y ¿ que se habían modificado. Además, se han modificado los valores rellenos de la frecuencia normalizada de las frases ya que no tenían el mismo formato que el resto de valores.

A continuación, se muestra una tabla con todas las columnas que componen la base de datos, su descripción y el tipo de datos que recoge:

N.º	Nombre Columna	Descripción	Tipo de datos
1	Lema	Esta columna contiene las palabras y las frases.	Polynomial
2	Frases	Esta columna contiene True o False indicando si los Lemas son frases.	Polynomial
3	Categoría Gramatical	Se refiere a la categoría gramatical de la principal traducción de los signos al castellano.	Polynomial
4	Categoría Gramatical Simple	Es la columna anterior reducida a la palabra más importante (verbo, sustantivo...).	Polynomial
5	Número de sílabas	Esta columna, basada en el concepto LML (localización-movimiento-localización) refleja los movimientos.	Integer
6	Grupo temático	Esta columna contiene los campos léxicos relacionados con el significado del lema.	Polynomial
7	Frecuencia Absoluta	Se refiere a la cantidad de veces que se repiten los Lemas	Integer
8	Frecuencia Normalizada	Se refiere al número de casos que hay por cada millón de elementos totales	Integer

9	Tipo de signo	Contiene la clasificación del signo según el número de manos utilizadas y su relación entre sí.	Polynomial
10	Iconicidad	Contiene la clasificación del signo según la relación entre la forma del signo y su significado.	Polynomial
11	Planos Inicial	Contiene números del 0 al 3 que representan diversas zonas, mostradas en la Figura 14 donde se articula el signo al inicio.	Integer
12	Planos Final	Contiene números del 0 al 3 que representan diversas zonas, mostradas en la Figura 14 donde se articula el signo al final.	Integer
13	Localización facial/corporal Inicial	Localización de la cabeza y el cuerpo cuando se articula el signo al inicio.	Polynomial
14	Localización facial/corporal Final	Localización de la cabeza y el cuerpo cuando se articula el signo al final.	Polynomial
15	Puntos de Contacto	Contiene las diversas partes de la mano activa que contactan con otras partes del cuerpo	Polynomial
16	PC Meñique	Contiene valores del 0 al 2 indicando si hay punto de contacto con el meñique (1), si no lo hay (0) o si se desconoce (2).	Integer
17	PC Anular	Contiene valores del 0 al 2 indicando si hay punto de contacto con el dedo anular (1), si no lo hay (0) o si se desconoce (2).	Integer
18	PC Corazón	Contiene valores del 0 al 2 indicando si hay punto de contacto con el dedo corazón (1), si no lo hay (0) o si se desconoce (2).	Integer
19	PC Índice	Contiene valores del 0 al 2 indicando si hay punto de contacto con el índice (1), si no lo hay (0) o si se desconoce (2).	Integer
20	PC Pulgar	Contiene valores del 0 al 2 indicando si hay punto de contacto con el pulgar (1), si no lo hay (0) o si se desconoce (2).	Integer

21	PC Mano	Contiene valores del 0 al 2 indicando si hay punto de contacto con la mano pasiva (1), si no lo hay (0) o si se desconoce (2).	Integer
22	Mano activa inicial	Contiene el número identificador de la forma de la mano activa durante la articulación del signo al inicio.	Real
23	Mano activa inicial orientación	Contiene el número identificador de la orientación de la mano activa durante la articulación del signo al inicio.	Real
24	Mano pasiva inicial	Contiene el número identificador de la forma de la mano pasiva durante la articulación del signo al inicio.	Real
25	Mano pasiva inicial orientación	Contiene el número identificador de la orientación de la mano pasiva durante la articulación del signo al inicio.	Real
26	Mano activa intermedio	Contiene el número identificador de la forma de la mano activa durante la articulación del signo en el punto intermedio.	Real
27	Mano activa intermedio orientación	Contiene el número identificador de la orientación de la mano activa durante la articulación del signo en el punto intermedio.	Real
28	Mano pasiva intermedio	Contiene el número identificador de la forma de la mano pasiva durante la articulación del signo en el punto intermedio.	Real
29	Mano pasiva intermedio orientación	Contiene el número identificador de la orientación de la mano pasiva durante la articulación del signo en el punto intermedio.	Real
30	Mano activa final	Contiene el número identificador de la forma de la mano activa durante la articulación del signo al final.	Real
31	Mano activa final orientación	Contiene el número identificador de la orientación de la mano activa durante la articulación del signo al final.	Real

32	Mano pasiva final	Contiene el número identificador de la forma de la mano pasiva durante la articulación del signo al final.	Real
33	Mano pasiva final orientación	Contiene el número identificador de la orientación de la mano pasiva durante la articulación del signo al final.	Real
34	Articulador	Representa las partes del cuerpo que se articulan a la hora de realizar los distintos signos.	Polynomial
35	Articulador Codo	Con un 0 indica que el codo no se articula, mientras que con un 1 indica lo contrario.	Integer
36	Articulador Dedos	Con un 0 indica que los dedos no se articulan, mientras que con un 1 indica lo contrario.	Integer
37	Articulador Hombro	Con un 0 indica que el hombro no se articula, mientras que con un 1 indica lo contrario.	Integer
38	Articulador Muñeca	Con un 0 indica que la muñeca no se articula, mientras que con un 1 indica lo contrario.	Integer
39	Movimiento de trayectoria	Contiene las características del movimiento de la mano por el espacio a la hora de realizar un cambio de localización.	Polynomial
40	Cambio de configuración	Contiene las características del movimiento de la mano a la hora de cambiar de signo.	Polynomial
41	N_Cambio de configuración	Representa los valores de cambio de configuración desde el número 1 al número 3.	Integer
42	Cambio de orientación	Contiene las características del movimiento de la mano a la hora de cambiar de orientación.	Polynomial
43	N_Cambio de orientación	Representa los valores de cambio de orientación con números del 1 al 3.	Integer

44	Desde	Indica si el punto inicial a la hora de realizar el signo es una localización específica (def) o si es una zona general que puede cambiar (indef)	Polynomial
45	Hasta	Indica si el punto final a la hora de realizar el signo es una localización específica (def) o si es una zona general que puede cambiar (indef)	Polynomial
46	Velocidad	Indica la velocidad con la que se realiza el signo.	Polynomial
47	Contacto	Indica los valores sobre cómo la mano activa tiene contacto con otra parte del cuerpo.	Polynomial
48	Momento de Contacto	Indica en qué momento del signo ocurre el contacto de la mano activa con otra parte del cuerpo.	Polynomial
49	Repetición	Contiene 4 valores que indican si el signo se repite o no.	Polynomial
50	Producciones de Movimiento	Contiene valores numéricos que indican cuántas veces se articula el movimiento del signo.	Integer
51	Ojos	Esta columna contiene las diferentes posiciones de los ojos a la hora de realizar los signos	Polynomial
52	Mejillas	Esta columna contiene las diferentes posiciones de las mejillas a la hora de realizar los signos	Polynomial
53	Cejas	Esta columna contiene las diferentes posiciones de las cejas a la hora de realizar los signos	Polynomial
54	Boca	Esta columna contiene las diferentes posiciones de la boca a la hora de realizar los signos	Polynomial
55	Cabeza	Esta columna contiene las diferentes posiciones de la cabeza a la hora de realizar los signos	Polynomial

56	Hombros	Esta columna contiene las diferentes posiciones de los hombros a la hora de realizar los signos	Polynomial
57	N_Videos	Esta columna tiene como valor 0 o 1 en función de si hay presencia de vídeos	Integer
58	Imagen Mano Activa Inicial	Contiene los enlaces de las imágenes de la mano activa inicial	Polynomial
59	Imagen Mano Activa Inicial Orientación	Contiene los enlaces de las imágenes de las distintas orientaciones de la mano activa inicial	Polynomial
60	Imagen Mano Pasiva Inicial	Contiene los enlaces de las imágenes de la mano pasiva inicial.	Polynomial
61	Imagen Mano Pasiva Inicial Orientación	Contiene los enlaces de las imágenes de la orientación de la mano pasiva inicial	Polynomial
62	Imagen Mano Activa Intermedio	Contiene los enlaces de las imágenes de la mano activa intermedio	Polynomial
63	Imagen Mano Activa Intermedio Orientación	Contiene los enlaces de las imágenes de la orientación de la mano activa intermedio	Polynomial
64	Imagen Mano Pasiva Intermedio	Contiene los enlaces de las imágenes de la mano pasiva intermedio	Polynomial
65	Imagen Mano Pasiva Intermedio Orientación	Contiene los enlaces de las imágenes de la orientación de la mano pasiva intermedio	Polynomial
66	Imagen Mano Activa Final	Contiene los enlaces de las imágenes de la mano activa final	Polynomial
67	Imagen Mano Activa Final Orientación	Contiene los enlaces de las imágenes de la orientación de la mano activa final	Polynomial
68	Imagen Mano Pasiva Final	Contiene los enlaces de las imágenes de la mano pasiva final	Polynomial
69	Imagen Mano Pasiva Final Orientación	Contiene los enlaces de las imágenes de la orientación de la mano pasiva final	Polynomial
70	Imagen Ojos	Contiene los enlaces de las imágenes de las posiciones de los ojos	Polynomial

71	Imagen Mejillas	Contiene los enlaces de las imágenes de las posiciones de las mejillas	Polynomial
72	Imagen Cejas	Contiene los enlaces de las imágenes de las posiciones de las cejas	Polynomial
73	Imagen Boca	Contiene los enlaces de las imágenes de las posiciones de la boca	Polynomial
74	Imagen Cabeza	Contiene los enlaces de las imágenes de las posiciones de la cabeza	Polynomial
75	Imagen Hombros	Contiene los enlaces de las imágenes de las posiciones de los hombros	Polynomial
76	video	Contiene los enlaces de los vídeos	Polynomial
77	número	Contiene los números identificadores de los vídeos	Integer

Tabla 5: Explicación de las columnas de la base de datos

4.2.3 Análisis de los datos

Con la base de datos ya limpia, se puede comenzar a analizar los datos.

Lo primero que se debe destacar es que la RAE cuenta con 93.000 palabras (González, 2022) que, comparando con nuestros datos (3830), son un 4.12% en caso de contar las palabras repetidas y las frases. En caso de no contar las palabras repetidas ni las frases, tendríamos un total de 2673 palabras, lo que implica un 2.87% de las palabras de la RAE. En cuanto a los lemas que cuentan con una palabra y tienen vídeo, la base de datos contiene 1286 filas, lo que implica un 1.38%.

Palabras	Número	Porcentaje con respecto a la RAE
Base de datos completa	3.830	4,12%
Base de datos sin palabras repetidas ni frases	2.673	2,87%
Base de datos sin palabras repetidas, sin frases y con vídeos	1.286	1,38%

Tabla 6: Porcentajes de palabras con respecto a la Real Academia Española

A continuación, se va a realizar el análisis de los datos más relevantes de la base de datos mediante gráficos y tablas:

- Categoría Gramatical Simple: En el gráfico de tarta que se muestra en la parte inferior se observa que gran parte de las palabras de la base de datos son sustantivos. Además, de las 23 preposiciones existentes, nuestra base de datos contiene 7.

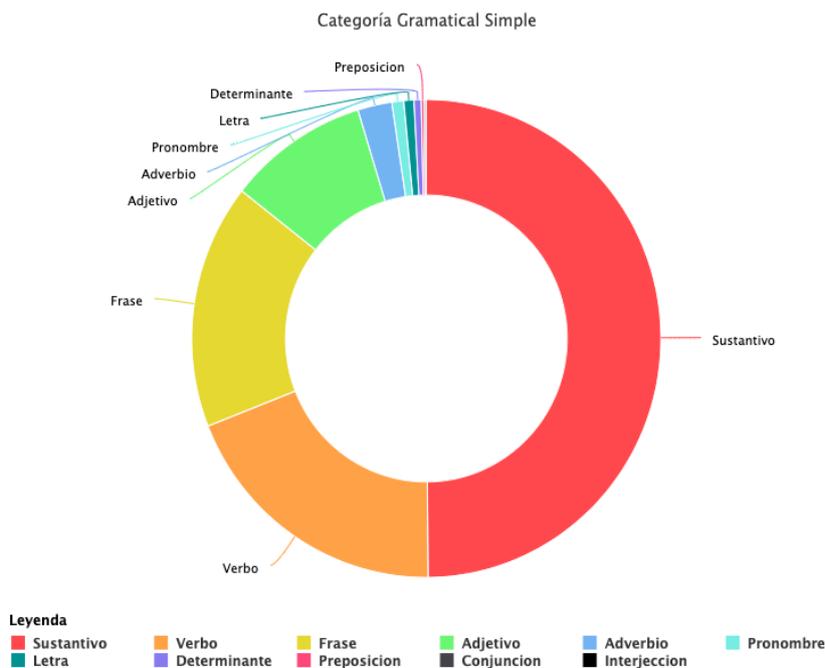


Figura 17: Gráfico de tarta generado en RapidMiner Studio que representa la Categoría Gramatical Simple

- Categoría Gramatical Simple y N_Videos: En el siguiente gráfico se muestra un histograma que representa, en el eje X, la presencia de vídeos (0 indicando que no hay vídeo y 1 indicando que si existe vídeo). En cuanto al eje Y, se ve la cantidad de filas que no tienen vídeo y que si tienen. También se puede observar que las barras contienen diferentes colores que, como se puede ver en la leyenda, indican la categoría gramatical simple de las palabras. De esta manera, se puede distinguir que la categoría gramatical con mayor número de vídeos son los sustantivos seguido de los verbos y adjetivos. En el caso de los Lemas que no disponen de dicho vídeo, sigue el mismo patrón que el mencionado anteriormente con los tres valores más comunes.

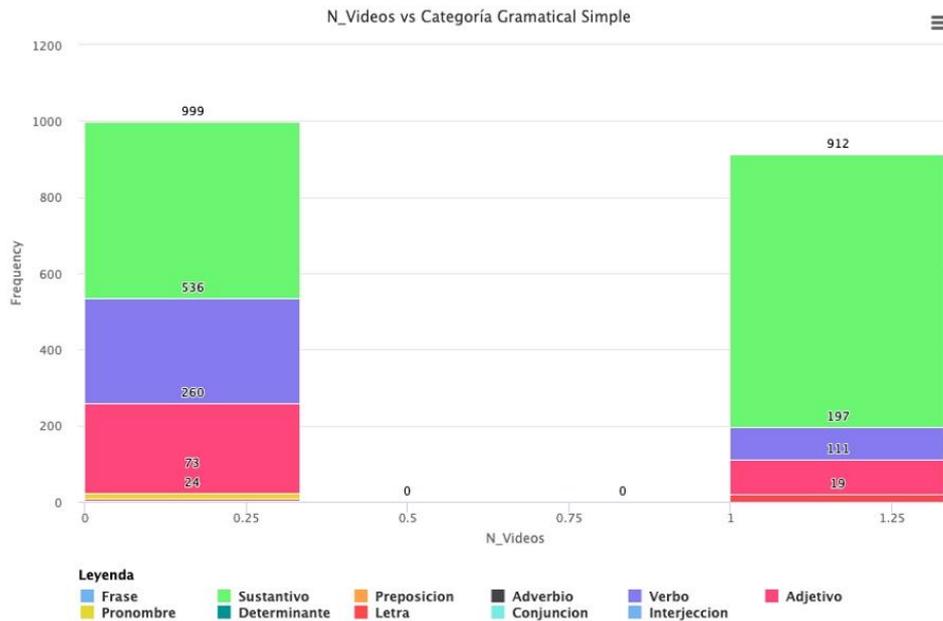


Figura 18: Histograma generado en Rapidminer Studio que representa la relación entre la presencia de vídeos con las categorías gramaticales de las palabras

- Grupo Temático: El grupo temático más frecuente es la miscelánea, véase, una mezcla de cosas diversas. Se puede comprobar que las acciones y las características son el segundo y tercer grupo más común respectivamente, debido a que estas están formadas por los verbos y los adjetivos. Como se puede ver en la Figura 17, son el segundo y cuarto grupo más común. En cuanto al resto de los grupos, estos no superan las 130 palabras.

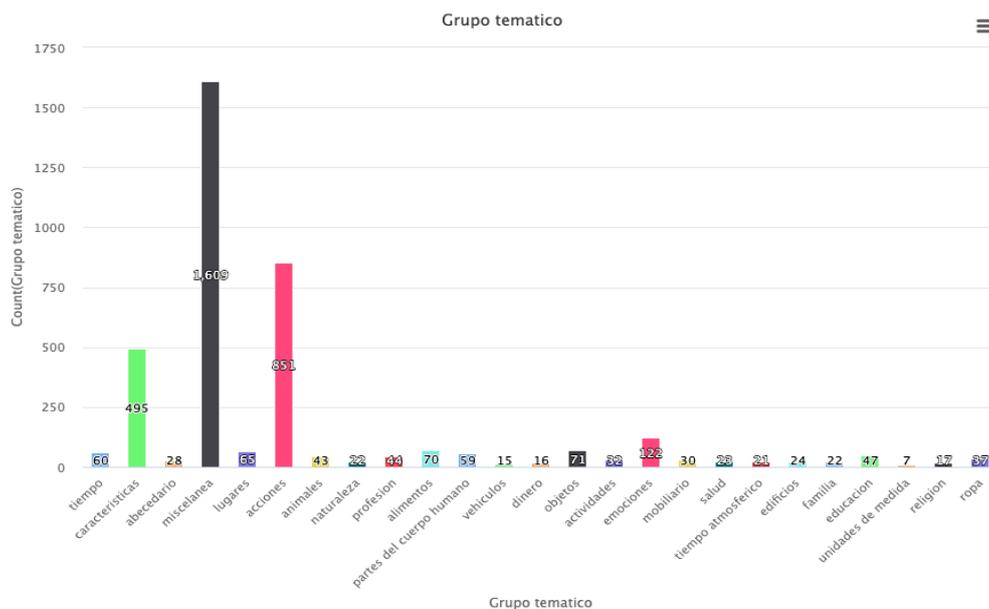


Figura 19: Gráfico de barras generado en Rapidminer Studio que representa los diversos grupos temáticos de las palabras

- Desde y Hasta: Podemos observar que estas dos columnas comparten los puntos definidos e indefinidos a la hora de realizar los signos.

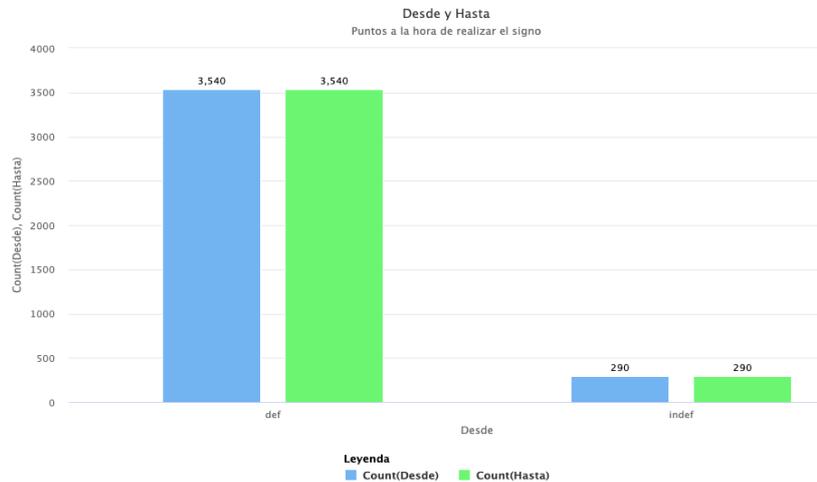


Figura 20: Gráfico de barras generado en RapidMiner Studio que representa la cantidad de puntos definidos e indefinidos en el inicio y en el final de los siglos

- Tipo de signo: Se puede observar que, si se agruparan los signos bimanuales, estos serían más comunes que los elementos monomanuales. Entre estos elementos bimanuales, destacan los signos sucesivos, en este tipo de signos las manos mantienen posiciones sucesivas o simétricas. El segundo de los signos bimanuales con mayor cantidad de lemas son los que tienen la mano activa y pasiva con diferente configuración.

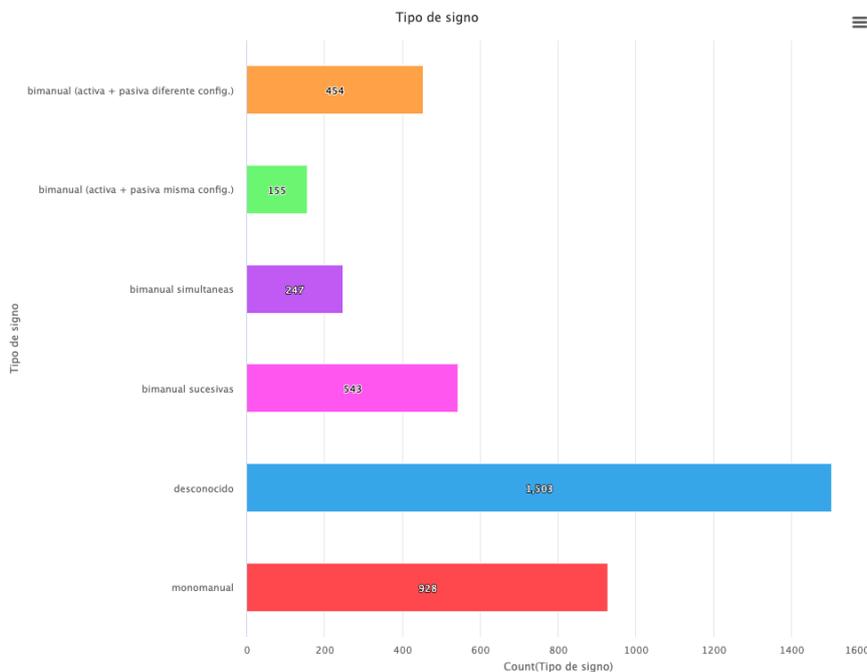


Figura 21: Gráfico de barras generado en RapidMiner Studio que representa los tipos de signos.

- Iconicidad: Se puede comprobar en el siguiente TreeMap que, entre los valores conocidos, destacan los lemas en los cuales no existe ninguna relación entre el significado de dicho lema y la forma de su signo (no icónico), mientras que el uso del señalamiento es el menos común. Con esto se puede ver que el LSE utiliza poco la acción de señalar directamente al referente del que se esté hablando, y optan por utilizar signos creados para dichos referentes.

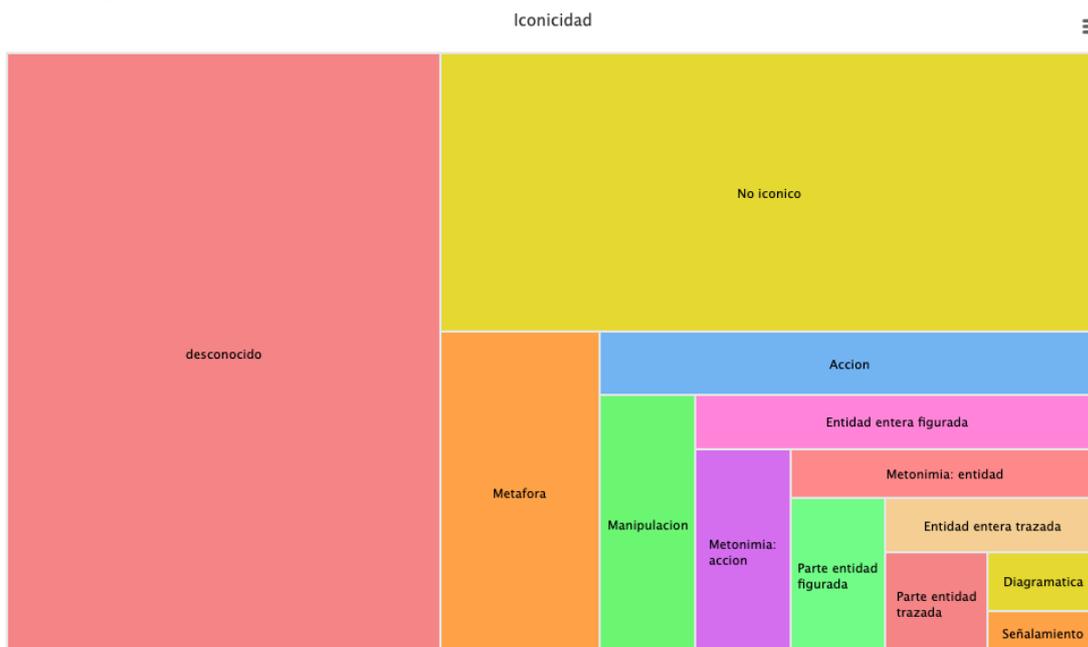


Figura 22: TreeMap generado en RapidMiner Studio que representa los tipos de iconicidad

- Articulador: En el gráfico de tarta, mostrado en la Figura 23, se puede distinguir que las zonas del cuerpo que más se articulan a la hora de comunicarse mediante LSE son los codos y los hombros, destacando por junto y por separado. Es curioso ver cómo estas zonas se articulan más que las manos y los propios dedos en solitario o en compañía de cualquier otra parte del cuerpo. También se puede observar que las zonas que se articulan en menor cantidad son los dedos y la muñeca de forma conjunta junto con otros elementos.

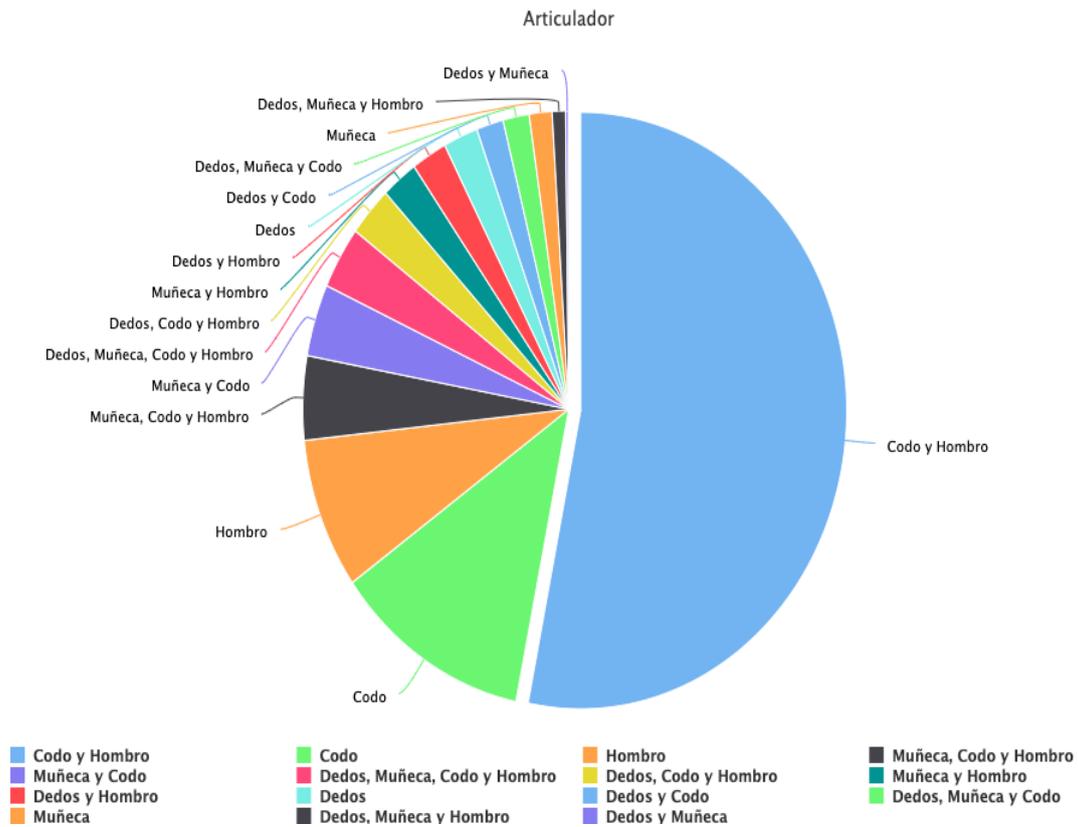


Figura 23: Gráfico de tarta generado en RapidMiner Studio que representa las articulaciones a la hora de realizar los signos

- Matriz de Correlación de las columnas numéricas: Como era de esperar, las frecuencias normalizadas y absolutas tienen un alto grado de correlación positiva. Entre las correlaciones más altas positivas, también se pueden encontrar las columnas de Puntos de Contacto individuales y los Planos Iniciales y Finales, todas ellas entre sí. Esto es debido a que los missing values se decidieron rellenar como desconocido ya que son columnas complicadas de rellenar con precisión. En este caso anterior, también se incluyen los vídeos. También se pueden ver altos grados de correlación negativa entre la Mano activa final con los puntos de contacto individuales y con los Planos Iniciales y Finales.

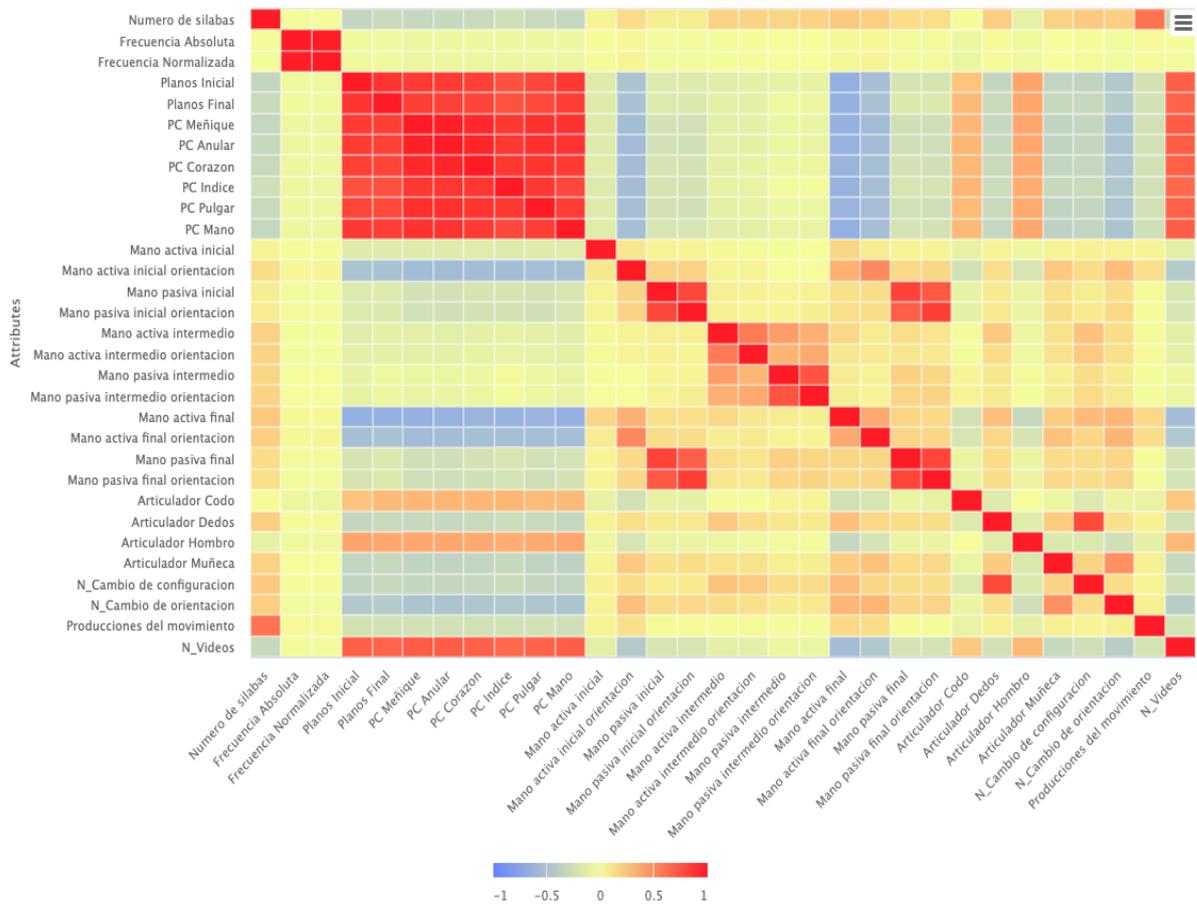


Figura 24: Matriz de correlación generada en RapidMiner Studio de todos los atributos numéricos de la base de datos

- Categoría Gramatical Simple y Frecuencia Absoluta: Se puede observar que la mayoría de las palabras se encuentran por debajo de las 500k repeticiones. Además, se puede distinguir que la palabra más frecuente es una conjunción, seguido de una letra y dos preposiciones. Se puede ver también que las categorías gramaticales con menos valores son las interjecciones que cuenta únicamente con un valor, las conjunciones que, a pesar de tener el lema con mayor frecuencia, cuenta con cinco valores en la base de datos y las preposiciones que cuenta con siete lemas diferentes.

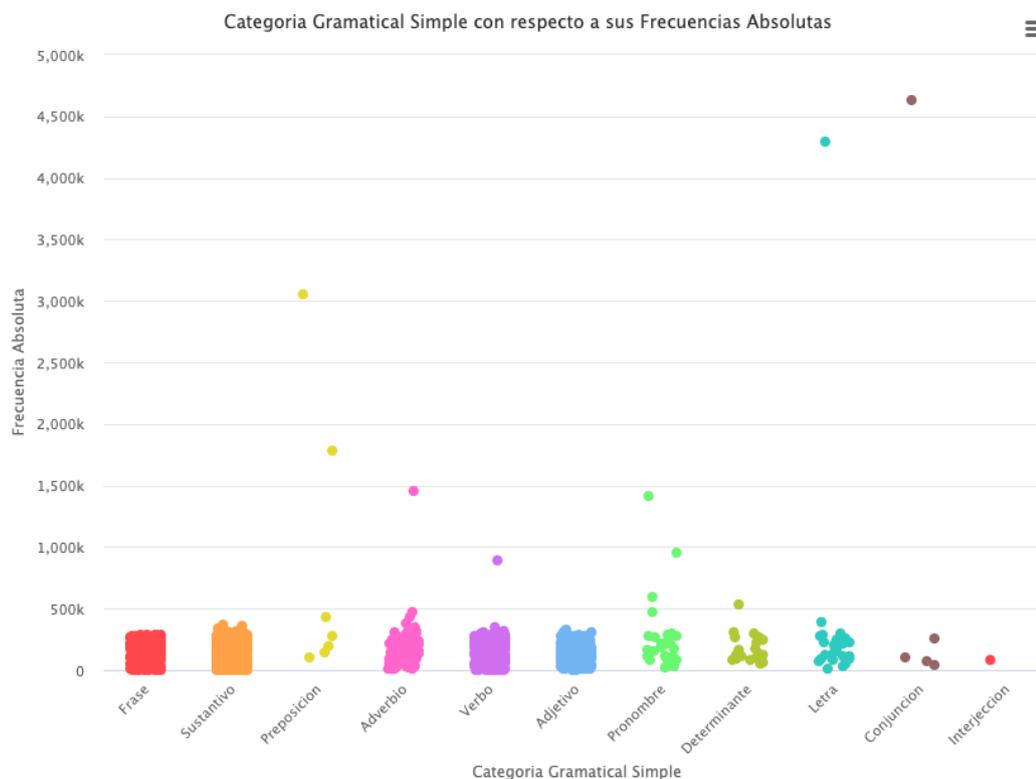


Figura 25: Gráfico de dispersión generado en RapidMiner Studio que representa la relación que hay entre las categorías gramaticales con respecto a las frecuencias absolutas de sus palabras.

A continuación, se ve una tabla con las palabras más frecuentes de la base de datos según la RAE:

Palabra	Cat. Gramatical Simple	Frec. Absoluta
que	Conjunción	4681839
y	Letra	4180279
a	Preposición (Letra)	3260939
por	Preposición	1561904
no	Adverbio	1465503
una	Pronombre	1347603
es	Verbo	1019669

Tabla 7: Lemas con las mayores frecuencias absolutas de nuestra base de datos

- Planos Inicial y Planos Final: En el siguiente gráfico de dispersión se ve la representación de la relación que hay entre los Planos Inicial y Final, mostrando en diferentes colores las categorías de los planos finales. Se aprecia que ninguno de los planos 1, 2 ni 3 tienen relación con el 4, esto se debe a que el plano 4 indica que es desconocido, los cuales eran iguales en ambos casos. Se puede ver un mayor agrupamiento entre los planos 1 y 2 de ambos planos, pero se puede destacar que en los planos 2 de ambos planos es donde se presenta la mayor cantidad de valores. Con respecto al plano 0 inicial y final, este tiene muy poca relación con el resto de planos.

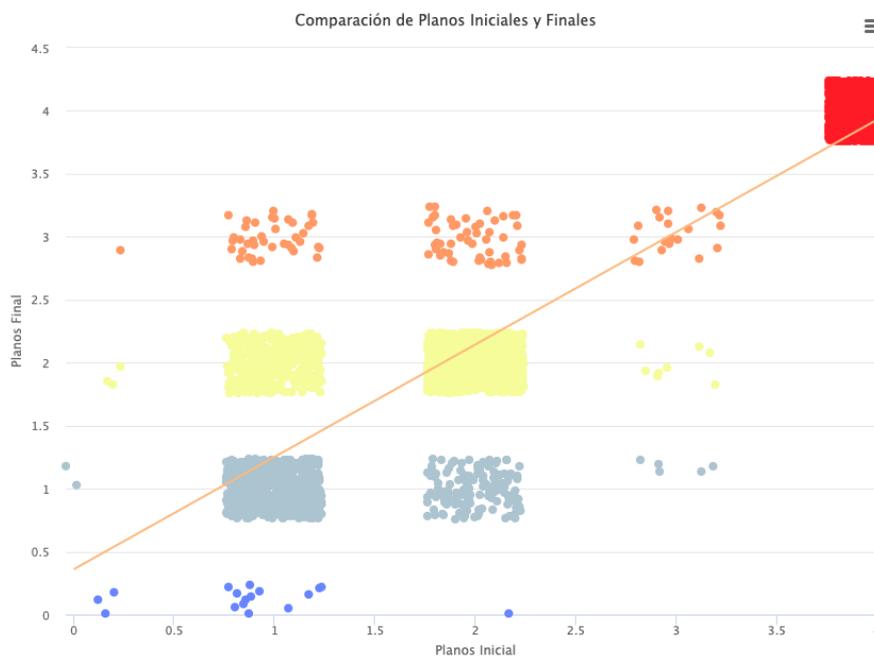


Figura 26: Gráfico de dispersión generado en RapidMiner Studio que muestra la relación entre los planos iniciales y finales.

4.2.4 Chatbot

Tras estudiarse las diversas formas de realizar el traductor con diversos algoritmos de Machine Learning, se llegó a la conclusión de que la mejor manera de implementarlo era mediante un chatbot. 'Un chatbot es un algoritmo diseñado para simular una conversación con otra persona a través de programas de mensajería instantánea' (Workana, s.f.). Con este método lo que se pretende es que, cuando un usuario introduce un texto, el chatbot separe este texto por palabras, busque los identificadores de los vídeos que mejor se adecuen a la palabra y que devuelva una cadena de números.

El Chatbot se ha implementado mediante la herramienta Dialogflow disponible en GCP (Dialogflow Google Cloud Platform, s.f.).

4.2.4.1 Preparación de los datos

Antes de comenzar a montar el chatbot se tuvo que hacer una última preparación de los datos. Para ello, se tuvo que crear una nueva base de datos únicamente con las palabras con vídeos basada en la base de datos ya creada. Lo primero que se hizo fue eliminar las filas que tenían palabras junto con números, véase, las palabras repetidas. El segundo paso fue eliminar las palabras que no disponían de vídeo, y finalmente se seleccionaron las columnas 'Lema' y 'numero'. Se hizo un renombramiento de columnas, en la cual 'Lema' se renombró como 'Query', y 'numero' como 'Response'. Al tener esta nueva base de datos, se exportó como un archivo CSV.

4.2.4.2 Montaje del Chatbot con Dialogflow

El funcionamiento de esta herramienta es sencillo, primero se crea un agente o proyecto. Para este proyecto se tuvo que agregar el idioma del agente como inglés y español, ya que, al tener el inglés como idioma predeterminado, Dialogflow permite utilizar 'Knowledge', una funcionalidad beta, véase, que no está al 100% testada. Con esta funcionalidad, se indicó que el ajuste de preferencia de resultados de conocimiento fuese fuerte. Además, se pudo importar el último archivo CSV obteniendo las 'preguntas', que en este caso son las palabras y las frases, y las respuestas que son los identificadores de los vídeos. El chatbot utiliza estas preguntas y respuestas para entrenarse y obtener los mejores resultados. Todas estas preguntas se convirtieron en 'Intent' y de esta manera se obtuvo un chatbot base que únicamente devolvía el 'Intent' o palabra/frase de la que ha obtenido el vídeo, el porcentaje de confianza y el número identificador de cada palabra.

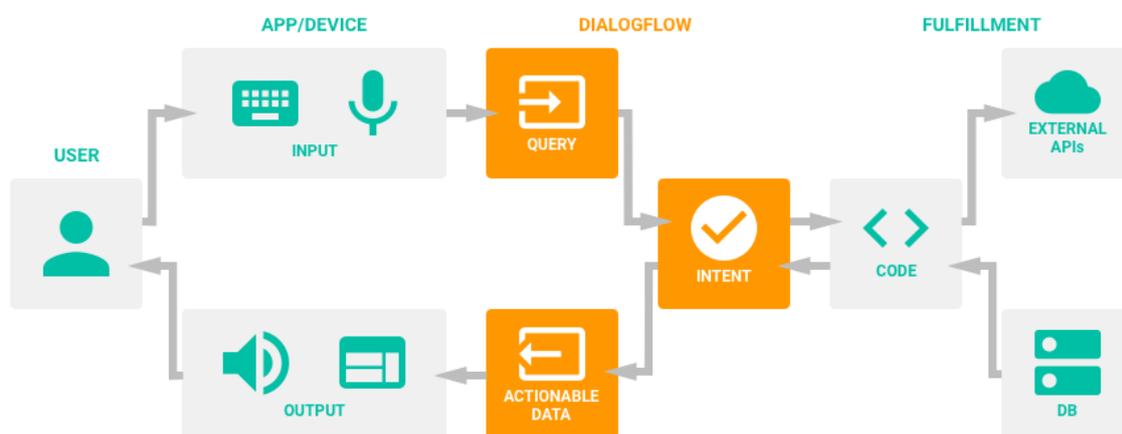


Figura 27: Funcionamiento de Dialogflow (Devoteam G Cloud, s.f.)

En la Figura 28 se ve un ejemplo del chatbot al introducir la palabra comer. En 'user says' se muestra la palabra introducida por el usuario. 'Default response' muestra la salida del chatbot que, en este caso, es el identificador del vídeo. 'Intent' es de dónde ha obtenido el identificador. En este caso se muestra Knowledge.Database.Palabras.comer ya que lo saca del archivo que se añadió al chatbot. En cuanto a 'Action', al no haber utilizado muestra que no es disponible.

Finalmente, en 'Sentiment' es el análisis de sentimiento que es utilizado para determinar la actitud del usuario final como positiva, negativa o neutral.

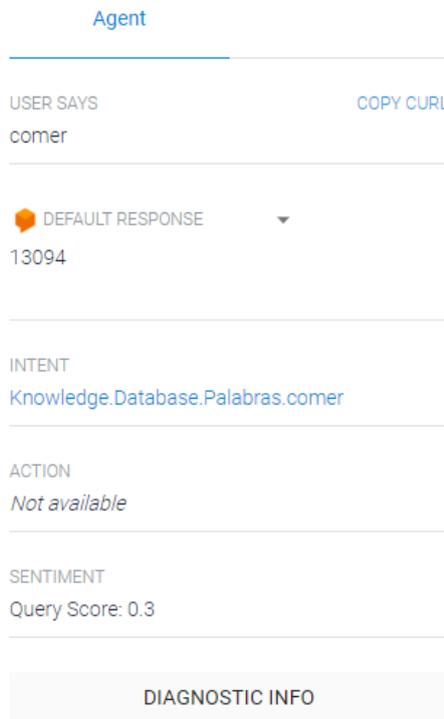


Figura 28: Ejemplo del Chatbot en Dialogflow al introducir 'comer' (Dialogflow Google Cloud Platform, s.f.)

4.2.4.3 Mejoras del Chatbot con Python

Como el objetivo es obtener una cadena de vídeos, se implementó un código en Python para que este se conecte al agente de Dialogflow y obtener las salidas necesarias. Este código se puede encontrar en el Anexo y está basado en el código de Sachin PC (PC, 2019). Para ello, se obtuvo la clave privada del chatbot en Dialogflow que es la que permite el acceso al chatbot. Lo que se hizo fue permitir al usuario escribir una frase como entrada, y esta frase pasa por varias fases antes de introducirse como entradas del Chatbot. Primero se pone toda la cadena de texto en minúscula, después esta cadena se introduce en una función creada para eliminar las tildes y las diéresis, y finalmente se separa la frase en una lista de palabras. Estas palabras se introducen en el chatbot y este devuelve los identificadores. En caso de que la palabra no tenga vídeo, el chatbot hace una búsqueda por las frases para ver cuál se adecúa mejor a dicha palabra, y, en caso de no adaptarse a ninguna, devuelve 'Perdón, no disponemos del vídeo'.

Tras obtener los identificadores, se hizo uso de la librería OpenCV. Esta librería, especializada en el Machine Learning y en el sistema de visión artificial, contiene implementaciones que comprenden más de 2500 algoritmos. Con esta librería se pudo reproducir los diversos vídeos que identificaban a las palabras.

4.2.5 Pruebas

Tras tener el chatbot montado, se realizaron diversas pruebas introduciendo varias frases. Manualmente se revisaron los resultados mediante los identificadores, y se vio que, a pesar de tener una base de datos base, la traducción puede servir para que una persona con discapacidades auditivas pueda comprender lo que se quiere decir.

La siguiente imagen muestra la salida tras introducir como texto: ‘Es UnA MuJEr Fuerte y CORRE muy RÁPido’. En el texto en rojo se observan las palabras del texto tras pasar por los diversos procesos previos al chatbot (eliminar tildes y diéresis, poner la frase en minúscula...). El texto en azul indica la palabra detectada por el chatbot en caso de tener palabras similares o la misma palabra, en el caso contrario no muestra nada. En verde observamos el porcentaje de confianza, que, como vemos en su mayoría es 1, pero en el caso de mujer que no tiene un vídeo y ha mostrado ‘mujer de color’, tenemos una confianza de 0,33. Finalmente, en amarillo tenemos el identificador del vídeo, y en caso de no haber encontrado la palabra utiliza el Default Fallback Intent que contiene el texto tras no encontrar vídeo.

```
Palabra a traducir: es
Palabra o frase detectada: es
Porcentaje de confianza: 100.0 %
Identificador del vídeo: 15566

Palabra a traducir: una
Palabra o frase detectada: una
Porcentaje de confianza: 100.0 %
Identificador del vídeo: 13543

Palabra a traducir: mujer
Palabra o frase detectada: mujer de color
Porcentaje de confianza: 32.78957009315491 %
Identificador del vídeo: 19011

Palabra a traducir: fuerte
Palabra o frase detectada: fuerte
Porcentaje de confianza: 100.0 %
Identificador del vídeo: 15662

Palabra a traducir: y
Palabra o frase detectada: y
Porcentaje de confianza: 100.0 %
Identificador del vídeo: 13516

Palabra a traducir: corre
Palabra o frase detectada:
Porcentaje de confianza: 100.0 %
Identificador del vídeo: Perdón, no disponemos de ese vídeo

Palabra a traducir: muy
Palabra o frase detectada:
Porcentaje de confianza: 100.0 %
Identificador del vídeo: Perdón, no disponemos de ese vídeo

Palabra a traducir: rapido
Palabra o frase detectada: rapido
Porcentaje de confianza: 100.0 %
Identificador del vídeo: 18046
```

Figura 29: Extracto de Python tras introducir ‘Es UnA MuJEr Fuerte y CORRE muy RÁPido’

Para observar cómo funciona el chatbot con los vídeos en Python, se adjunta a continuación un enlace a un vídeo que se ha creado donde se muestra dicho funcionamiento con el mismo texto utilizado en el ejemplo anterior: <https://youtu.be/7rZACz4Bjg0>

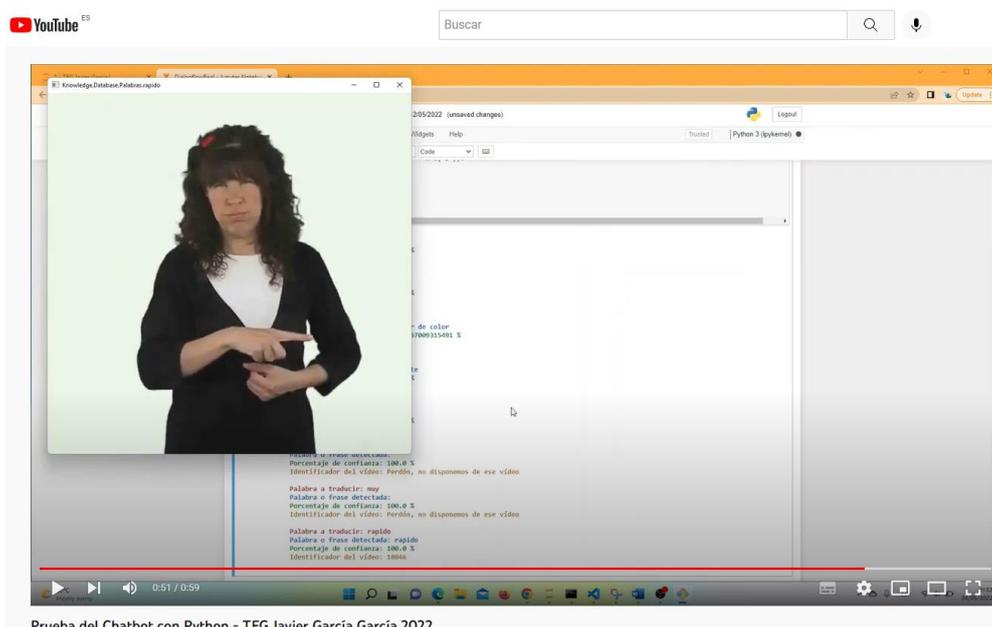


Figura 30: Extracto del video del Chatbot (García, 2022)

4.3 Recursos requeridos

Los recursos requeridos para este proyecto son los siguientes.

- Un ordenador, en este caso se han utilizado dos, un MacBook Air y un Acer Aspire 5. Aquí se ha realizado todo el proyecto escrito y se han instalado los softwares para realizar las partes del proyecto:
 - ParseHub: se utiliza para realizar el scraping y obtener los vídeos.
 - Rapidminer Studio: se utiliza para la limpieza y análisis de los datos.
 - Excel: se utiliza para hacer algunas modificaciones de los CSV
 - Kutools: extensión de Excel utilizada para eliminar los espacios finales.
 - Anaconda Navigator con Jupyter Notebook: se utiliza para hacer el modelo con su respectivo entrenamiento.
 - Visual Studio Code: se utiliza para crear la página web (Anexo 3).
- Una cuenta de Google para poder utilizar Google Colaboratory, que se utilizó para hacer webscraping y la limpieza.
- Una cuenta en GCP para poder utilizar DialogFlow para la creación del chatbot.

4.4 Presupuesto

Tipo de coste	Valor	Comentarios
Horas de trabajo en el proyecto	310 h	Se incluyen las horas de tutoría

Equipo técnico utilizado		
Ordenador Portátil: MacBook Air	1129€	Recurso ya adquirido. Precio actual en el mercado si se tuviese que adquirir nuevo.
Ordenador Portátil: Acer Aspire 5	679€	Recurso ya adquirido. Precio actual en el mercado si se tuviese que adquirir nuevo.
Software utilizado		
Jupyter notebook (Python Notebook)	0€	Software libre
RapidMiner Studio	0€	Software libre
Google Cloud Platform (Dialogflow Essentials)	\$0.002 por solicitud	Se ha utilizado la prueba gratuita.
Visual Studio Code	0€	Software libre
Frameworks y librerías	0€	Software libre
Google Colaboratory	0€	Software libre
Licencia de Office	0€	Se ha utilizado la cuenta de la universidad, por lo que ha salido gratis. En caso de no ser así costaría 5,10€ por mes
Kotools	37€	Recurso ya adquirido. Precio actual si se tuviese que volver a adquirir.
ParseHub	0€	Se ha utilizado la versión gratuita, en caso de utilizar la versión de pago estándar para poder obtener los datos de una vez costaría alrededor de 180€
Estudios e informes	0€	Todos los estudios e informes que se han utilizado para la investigación para realizar este proyecto eran gratuitos.
Materiales empleados	0€	Para realizar este proyecto no se ha requerido de este tipo de materiales.

Tabla 8: Estimación del presupuesto del trabajo realizado para crear este proyecto

4.5 Viabilidad

Actualmente este proyecto consiste en un prototipo de un programa que se podría llevar a producción en un futuro si se consigue la financiación necesaria que mejorarían los recursos utilizados para su desarrollo. Para ello sería necesario la participación empresarial o gubernamental y posiblemente una mejora de la situación económica global, de tal manera que estos puedan invertir en proyectos con gran impacto social. Si estos quieren conseguir dicho impacto social posiblemente deban de ser recursos gratuitos y por ello el impacto financiero en la empresa sería como gasto y no como ingreso. En el Anexo de esta memoria se incluye una propuesta inicial de un modelo de negocio realizado en la web de Miro que, en caso de desarrollar y mejorar esta idea, en un futuro se podría utilizar. En este plan de negocio se presenta la estructura de costes que podría recoger el proyecto. Actualmente, este producto no podría ser económicamente rentable, ya que, como se ha mencionado, es solo un prototipo y como se acaba de comentar si se quiere obtener un impacto social importante sería conveniente que fuesen recursos gratuitos para toda la población.

4.6 Resultados del proyecto

Comenzando con la búsqueda de los datos, uno de los grandes retos ha sido la obtención de base de datos de alta calidad que fueran públicas y no conlleven un alto coste económico, igualmente hubiese sido de gran ayuda la existencia de más bases de datos de LSE ya que que estos momentos su número es muy limitado. A pesar de esto, la base de datos generada es una buena base para el prototipo de traductor que se ha querido producir.

En cuanto a la limpieza de los datos, se podría haber obtenido una mejor limpieza de los datos si se hubiese contado con la participación de algún profesional del área del LSE, pudiendo haber obtenido un análisis más preciso con dicha ayuda.

Se puede concluir que los resultados del proyecto han sido satisfactorios en cuanto al cumplimiento del traductor, ya que se ha logrado obtener un prototipo de sistema útil para poder interpretar un texto en LSE desde el castellano. Igualmente se ha realizado un amplio análisis de datos de tal manera que proporciona la ayuda necesaria para que las personas puedan utilizarlo y les sirva de apoyo a la hora de necesitar comunicarse mediante este lenguaje.

En cuanto al avance de las futuras líneas de trabajo, el desarrollo de una página web basada en lo más reciente de la tecnología (Anexo 3), no se ha sido satisfactorio ya que, debido a que el recurso útil para traspasar un código de Python a una página web haciendo uso de html y Pyscript es muy reciente, aún no es totalmente estable dando errores que no se han podido solventar y el prototipo de página como traductor no ha sido hábil.

Capítulo 5. DISCUSIÓN

Este proyecto comenzó con la idea de crear un traductor de textos en castellano a lengua de signos en español implementando los conocimientos obtenidos en el grado y nuevos conocimientos obtenidos a la hora de realizarlo. Tras haberse hecho todo el trabajo y haber obtenido los resultados ya mencionados en el apartado anterior se ha observado que se puede llegar a tener un recurso eficaz que puede ayudar a la integración de los individuos con discapacidad auditiva.

Uno de los mayores obstáculos que se han presentado a la hora de obtener los datos ha sido la limitación de recursos públicos, en especial de los vídeos y de la información. En el caso de haberse obtenido mejores datos y haberse conseguido una base de datos más amplia se podría haber conseguido un impacto muy positivo en los resultados, además de un traductor mucho más fiable. Además, el hecho de suprimir algunas de las características de la gramática española (tildes y diéresis) hace que la base de datos no sea precisa al 100%, debido a los diferentes significados que pueden tomar las palabras.

Por otro lado, se ha observado que hay escasez de información con respecto al LSE (bases de datos, vídeos...). En un futuro se pueden realizar colaboraciones con otras empresas para así obtener estos resultados.

Otro de los obstáculos que ha ralentizado el proyecto han sido los softwares, ya que para poder utilizar sus funciones al 100% se requería la adquisición de licencias con un alto coste y debido a la falta de recursos económicos han hecho que esto sea imposible. Por ello, su funcionamiento era limitado creando una gran cantidad de problemas difíciles de solventar como es el caso de ParseHub, que, en vez de obtener una base de datos, se tuvieron que obtener un número elevado de bases de datos de 200 filas cada una que posteriormente se necesitó de más horas de trabajo para realizar su unión y limpieza.

Ha sido notable la evolución que ha habido desde las primeras ideas del proyecto hasta el resultado final obtenido. Al principio se pensaba que con los algoritmos más comunes de la Inteligencia Artificial (IA), como por ejemplo las redes neuronales, se podría obtener dicho traductor, pero se ha comprobado que haciendo uso de un Chatbot (hay que recordar que un chatbot es un asistente inteligente que se basa IA que simula una conversación entre humanos), la función era más adecuada para el proyecto. Además, se ha podido comprobar con este trabajo que los chatbot, además de tener interacciones de máquinas con personas el cual es su característica más común, pueden ser útiles para muchas otras cosas.

Cabe destacar que, según ATENTO (ATENTO, s.f.), casi una cuarta parte de la población mundial utilizó chatbots durante 2019. También se hace ver que la combinación de bots, canales digitales y de voz mejoran la comprensión, así como la exactitud de las respuestas.

El uso de chatbots puede ser tremendamente atractivo si se incluye un desarrollo visual adecuado, el cual dependiendo del diseño puede adecuarse a distinto público, teniendo en cuenta distintas características que van desde la edad, etnias... fomentando su uso al ser considerado más cercano al individual al compartir sus características.

Al igual que los chatbots se están utilizando especialmente en el área de atención al cliente, se puede expandir su uso a otras áreas tales como la educación.



Figura 31: Representación de un chatbot. Comunicación máquina-humano. (Zhang, s.f.)

Este trabajo también ha supuesto un reto, ya que muchas de las herramientas utilizadas para completarlo han sido novedosas (ParseHub, Dialogflow, PyScript)

Capítulo 6. CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones del trabajo

Con el objetivo general de este trabajo se pretendía crear un sistema que ayudase a la traducción de un texto en español al LSE. A pesar de tener que eliminar algunos elementos de la ortografía española como son las tildes y las diéresis debido a que los softwares de programación son, en su gran mayoría, en inglés, se ha logrado conseguir un prototipo de traductor.

El desarrollo de este tipo de trabajos necesita de recursos técnicos que implican un gran coste económico si se desea alcanzar un resultado cercano al 100% de certeza.

Teniendo en cuenta los recursos disponibles para este trabajo, mediante la recopilación de los datos necesarios y un chatbot creado en Dialogflow y posteriormente mejorado en Python se ha facilitado el cumplimiento de dicho objetivo.

6.2 Conclusiones personales

Este proyecto comenzó con la intención de, además de realizar el trabajo de fin de grado, aprender sobre el LSE ya que algunas películas del cine como 'Un lugar tranquilo' generaron dicha curiosidad. Además, si este proyecto se consigue mejorar en un futuro, se podría llegar a incluir al colectivo con deficiencia auditiva.

Los proyectos que pueden suponer mejorar la vida de distintos colectivos siempre me han resultado atractivos, y gracias a las nuevas tecnologías se pueden desarrollar recursos que pueden llegar a un número amplio de individuos aumentando así su impacto positivo.

El atractivo de este campo ha aumentado gracias a este proyecto, ya que, con la búsqueda de información y el estado del arte, esta curiosidad ha aumentado. Además, es de gran interés ver cómo un tema que produce curiosidad se puede aplicar al campo del análisis de datos para crear productos novedosos que pueden facilitar la vida a muchas personas.

Cuando llega la idea del análisis de datos y sus usos, siempre suele estar relacionado con el incremento de beneficios para las empresas. Durante los cuatro años en la universidad descubres que la aplicación de análisis de datos es casi ilimitada pudiendo utilizar para mejorar la vida de las personas, como es el caso de este proyecto, para mejorar la toma de decisiones en algunas áreas como podría ser la medicina, y un sin fin de posibilidades.

En cuanto a la parte técnica del proyecto, este proyecto abarca las diferentes ramas que contiene el grado, entre ellas están las bases de datos con su respectiva creación y limpieza, la informática con la programación y el web scraping y la parte empresarial (disponible en el anexo). Ha resultado ser un gran desafío en el aprendizaje ya que, además de aplicar los conocimientos del grado de ingeniería matemática aplicada al análisis de datos, se han ampliado conocimientos que se aportaron durante el grado. Gracias a este proyecto, la búsqueda de recursos incluido el de herramientas técnicas, software... se ha podido hacer grandes descubrimientos aumentando así el conocimiento en esta última etapa universitaria, todo ello

gracias a las herramientas utilizadas, que al inicio del proyecto eran desconocidas como son ParseHub, Dialogflow, PyScript o algunas de las librerías de Python.



Figura 32: Logotipo ParseHub (parsehub, s.f.)



Figura 33: Logotipo Dialogflow (Dialogflow Google Cloud Platform, s.f.)



Figura 34: Logotipo PyScript (Pyscript, s.f.)



Figura 35: Logotipo Virtual Studio Code (Lemos, 2019)

He de reconocer que la búsqueda tanto de herramientas y de bases de datos, así como el uso de muchas de estas herramientas que me eran desconocidas, han supuesto un gran desafío. La cantidad de horas invertidas en descubrir el uso de estas herramientas y su mejor aplicación han resultado en ocasiones desesperantes al no conseguir fácilmente el resultado buscado, pero cuando se ha conseguido obtener los resultados deseados, se ha producido una sensación de orgullo.

Con todo ello he aprendido que el mundo laboral me presentará millones de retos que me hará trabajar duro para conseguir los resultados deseados aportando gran satisfacción, no sin momentos de frustración que me ayudarán a ser un mejor profesional.

Capítulo 7. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

Para comenzar a hablar de las futuras líneas de trabajo primero habría que centrarse en mejorar la base de datos, ya sea teniendo más cantidad de vídeos, de imágenes y una mejor limpieza de los datos. Para conseguir esto se debería tener la ayuda de un profesional del LSE, para completar los datos en relación a este lenguaje, y un profesional de la lengua española ya que, como se comentó anteriormente, cada palabra puede tener un significado diferente dependiendo de la frase.

Otra de las cosas que se podría mejorar en futuras líneas de trabajo sería poder hacer uso de las tildes y las diéresis a la hora de realizar las traducciones a LSE, ya que, para este proyecto se han eliminado todas las tildes y las diéresis.

Además, habría que realizar una revisión de las traducciones realizadas de los vídeos, ya que algunas palabras en inglés tienen varios significados en castellano. De esta manera se tendría una base de datos más confiable en cuanto a la traducción.

En caso de no conseguir una cantidad suficiente de vídeos, se podría mejorar el trabajo haciendo uso de las imágenes en el caso de no tener estos vídeos. Como este proyecto es un prototipo, no se ha realizado esta implementación.

En cuanto a la creación de una página web (Anexo 3), no se ha podido cumplir debido a la reciente habilitación de Pyscript, se podrá ir implementando a la vez que el marco de Pyscript vaya cogiendo más forma. Además, si se consiguen los recursos económicos necesarios que permitan la compra de una base de datos de alta calidad, se podría hacer una mejora en todas las áreas del proyecto incluso de la vista de la página web para que el usuario que la utilice tenga una mejor experiencia. Se podrían crear usuarios en los que el cliente pueda guardar frases o vídeos que le gustaría aprender, ya que, este proyecto, además de ayudar a la sociedad, puede ser académico.

Una de las opciones que había en un principio a la hora de realizar el anteproyecto era desarrollar una aplicación para todos los smartphones, independientemente de si el sistema operativo es iOS o Android. De esta manera, el usuario podría En esta aplicación se podrían implementar los diversos elementos que tiene actualmente la página web al igual que los elementos que se plantean agregar en las futuras líneas de trabajo.

Además de crear la página web y la aplicación se podrían hacer accesibles a todo el público para que las personas que deseen utilizar este recurso puedan hacerlo.

Capítulo 8. REFERENCIAS

- Accedes*. (14 de Junio de 2020). Obtenido de 70.000 personas usan la lengua de signos en España: <https://accedes.es/70-000-personas-usan-la-lengua-de-signos-en-espana/>
- Adobe*. (13 de Junio de 2021). Obtenido de Adobe Flash Player EOL General Information Page: <https://www.adobe.com/es/products/flashplayer/end-of-life.html>
- Alf*. (3 de Mayo de 2022). *Aprende con Alf*. Obtenido de La librería Pandas: <https://aprendeconalf.es/docencia/python/manual/pandas/>
- anuragk240*. (s.f.). *GITHUB*. Obtenido de Speech-to-Sign-Language-Translator: <https://github.com/anuragk240/Speech-to-Sign-Language-Translator>
- ARASAAC*. (s.f.). Obtenido de http://old.arasaac.org/videos_lse.php
- ASL Dictionary - ASL American Sign Language*. (s.f.). Obtenido de <https://www.asl-dictionary.com/asl-translator.html>
- ASL-LEX 2.0*. (s.f.). Obtenido de <https://asl-lex.org/visualization/index.html>
- ATENTO*. (s.f.). Obtenido de Aumenta el uso de chatbots y su efectividad sube al 90%: <https://atento.com/es/insight/aumenta-el-uso-de-chatbots-y-su-efectividad-sube-al-90/>
- BVMC.Labs*. (s.f.). Obtenido de Analizador morfológico: <https://data.cervantesvirtual.com/analizador>
- CNLSE*. (2013). *La lengua de signos española hoy*. Madrid: Centro Español de Documentación sobre Discapacidad (CEDD).
- CNSE*. (s.f.). Obtenido de GUÍA INFORMATIVA PARA PERSONAS SORDAS INMIGRANTES: https://www.cnse.es/inmigracion/index.php?option=com_content&view=category&id=19&Itemid=236&lang=es#:~:text=2.2%20La%20Comunidad%20Sorda%201%202.2.1%20Las%20personas,2.2.4%20C%C3%B3mo%20comunicarse%20con%20una%20persona%20sorda.%20
- Cyberglove Systems*. (s.f.). Obtenido de *Cyberglove III*: <http://www.cyberglovesystems.com/cyberglove-iii>
- de España, G. (2007). *Ley 27/2007, de 23 de octubre, por la que se reconocen las lenguas de signos españolas y se regulan los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con discapacidad auditiva y sordociegas*. (Vols. 255(24), 10). Boletín Oficial del Estado. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-18476>
- Devia, M.* (s.f.). *Dibucorp*. Obtenido de Cómo dibujar un rostro humano fácil, paso a paso: <https://dibucorp.com/como-dibujar-un-rostro/>

Devoteam G Cloud. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es y para qué funciona la herramienta de Google Dialogflow?: <https://gcloud.devoteam.com/es/blog/que-es-dialogflow-asistente-virtual-google/>

Dialogflow Google Cloud Platform. (s.f.). Obtenido de <https://dialogflow.cloud.google.com/#/login>

DocTranslator. (s.f.). Obtenido de <https://www.onlinedoctranslator.com/es/>

Ethnologue. (s.f.). Obtenido de Languages of the world: <https://www.ethnologue.com/about>

Fernández, R. (9 de Febrero de 2022). *Statista*. Obtenido de Los idiomas más hablados en el mundo en 2021: <https://es.statista.com/estadisticas/635631/los-idiomas-mas-hablados-en-el-mundo/>

Fundación CNSE. (s.f.). Obtenido de <https://www.fundacioncnse.org/portfoliolve/index.php>

Funtranslations. (s.f.). Obtenido de Sign Language Translator: <https://funtranslations.com/sign-language>

García, J. (24 de Mayo de 2022). *Youtube*. Obtenido de Prueba del Chatbot con Python - TFG Javier García García 2022: <https://youtu.be/7rZACz4Bjg0>

González, J. (8 de Enero de 2022). *Onda Cero*. Obtenido de Judith González nos cuenta cuántas palabras hay en español y cuántas usamos realmente: https://www.ondacero.es/programas/por-fin-no-es-lunes/podcast/dimelo-bien/judith-gonzalez-cuenta-cuantas-palabras-hay-espanol-cuantas-usamos-realmente_2022010861d961bcbda5150001c0b14c.html

González, M. (5 de Febrero de 2013). *Dicho de otra forma*. Obtenido de Por qué se mueven los labios si se signa con las manos: <http://dichodeotraforma.blogspot.com/2013/02/kinesia-labial-en-lse.html>

Gutierrez-Sigut, E., Costello, B., Baus, C., & Carreiras, M. (s.f.). *LSE-Sign: A Lexical Database for Spanish Sign Language*. Obtenido de https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/20794/LSE-Sign_Gutierrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hand Talk. (s.f.). Obtenido de <https://accessibilidadde.handtalk.me/contacto-tradutor-de-sites>

Handspeak. (s.f.). Obtenido de ASL Sign Language Dictionary: <https://www.handspeak.com/>

Hidalgo, E. (8 de Mayo de 2018). *El telégrafo*. Obtenido de El orden gramatical: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/columnistas/15/el-orden-gramatical>

Jefatura del Estado. (24 de Octubre de 2007). *Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado*. Obtenido de <https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-18476&p=20110802&tn=2>

La Vanguardia. (23 de Septiembre de 2019). Obtenido de Más de 70 millones de personas en el mundo son sordas y utilizan 300 lenguas de signos diferentes: <https://www.lavanguardia.com/vida/20190923/47573810193/mas-de-70-millones-de-personas-en-el-mundo-son-sordas-y-utilizan-300-lenguas-de-signos->

diferentes.html#:~:text=SUSCR%C3%8DBETE-
,M%C3%A1s%20de%2070%20millones%20de%20personas%20en%20el%20mundo%20son,30

Lemos, G. (7 de Junio de 2019). *DEV*. Obtenido de ¡14 Tips para optimizar su Visual Studio Code!: <https://dev.to/glaucia86/14-tips-para-optimizar-su-visual-studio-code-40ia>

LINGOJAM. (s.f.). Obtenido de Sign Language Translator: <https://lingojam.com/SignLanguageTranslator>

Lingua. (30 de Abril de 2021). *LINGUA*. Obtenido de ¿Cuántos idiomas existen en el mundo?: <https://lingua.edu/es/cuantos-idiomias-existen-en-el-mundo-2/>

Matallana, L. B. (Septiembre de 2019). *Traductor Automático de la Lengua de Signos Española a Español mediante Visión por Computador y Redes Neuronales*. Obtenido de https://oa.upm.es/56677/1/TFG_LAURA_BACHILLER_MATALLANA.pdf

Mateo, D. G. (18 de Octubre de 2016). *tuexpertoapps.com*. Obtenido de HAND TALK, LA APP PARA TRADUCIR A LENGUA DE SIGNOS: <https://www.tuexpertoapps.com/2016/10/18/hand-talk-la-app-para-traducir-a-lengua-de-signos/>

Mind Rockets Inc. (18 de Noviembre de 2015). *Youtube*. Obtenido de Sign Language Translator app Mimix (5500 ASL Signs): <https://www.youtube.com/watch?v=znaArWK8uGc>

Miro. (s.f.). Obtenido de <https://miro.com/>

Naciones Unidas. (s.f.). Obtenido de ¡Firmamos por los Derechos Humanos!: <https://www.un.org/es/observances/sign-languages-day>

Naciones Unidas. (2021). Obtenido de <https://www.un.org/es/observances/sign-languages-day>

OpenCV. (s.f.). Obtenido de Introduction to OpenCV-Python Tutorials: https://docs.opencv.org/4.x/d0/de3/tutorial_py_intro.html#:~:text=OpenCV%2DPython%20is%20a%20library,its%20simplicity%20and%20code%20readability.

Oz, C., & Leu, M. (Octubre de 2011). American Sign Language word recognition with a sensory glove using artificial neural networks. (A. García-Fornes, J. Hübner, A. Omicini, J. Rodríguez-Aguilar, & V. Botti, Edits.) *ScienceDirect*, 24(7), 1204-1213. doi:<https://doi.org/10.1016/j.engappai.2011.06.015>

parsehub. (s.f.). Obtenido de <https://www.parsehub.com/>

PC, S. (12 de Octubre de 2019). *Medium*. Obtenido de Working with Dialogflow using Python Client: <https://medium.com/swlh/working-with-dialogflow-using-python-client-cb2196d579a4>

Portal LSE. (s.f.). Obtenido de <http://lse-sign.bcbl.eu/web-busqueda/>

Pyscript. (s.f.). Obtenido de <https://pyscript.net/>

Python. (s.f.). Obtenido de os — Miscellaneous operating system interfaces: <https://docs.python.org/3/library/os.html>

RAE. (s.f.). Obtenido de misceláneo/a: <https://dle.rae.es/miscel%C3%A1neo>

RAE. (30 de Junio de 2021). Obtenido de Conozca (algo más) el CORPES: listados de frecuencias: <https://www.rae.es/noticia/conozca-algo-mas-el-corpes-listados-de-frecuencias>

Real Academia Española. (s.f.). Obtenido de Corpus de Referencia del Español Actual (CREA) - Listado de frecuencias: <https://corpus.rae.es/lfrecuencias.html>

Rodríguez, H. (28 de Abril de 2021). *Crehana*. Obtenido de ¿Qué es OpenCV?: ¡Descubre todo acerca de la visión artificial!: <https://www.crehana.com/es/blog/desarrollo-web/que-es-opencv/>

SAMIT, W. B. (s.f.). *Youtube*. Obtenido de CODING LESSON: HOW TO INTEGRATE EXCEL SHEET IN A CHATBOT WITH DIALOGFLOW IN .csv FORMAT: <https://www.youtube.com/watch?v=31khnxaABQo>

Segu. (1 de Abril de 2021). *Excel Signum*. Obtenido de FUNCIÓN PARA ELIMINAR TILDES EN EXCEL CON PYTHON: <https://excelsignum.com/2021/04/01/funcion-para-eliminar-tildes-en-excel-con-python/>

Sematos.eu. (s.f.). Obtenido de Vídeo diccionario de LSE: <http://www.sematos.eu/lse.html>

Shokeen, M. (4 de Abril de 2017). *envato tuts+*. Obtenido de Raspando Páginas Web en Python Con BeautifulSoup: Los Básicos: <https://code.tutsplus.com/es/tutorials/scraping-webpages-in-python-with-beautiful-soup-the-basics--cms-28211>

Soft 112. (s.f.). Obtenido de Mimix Sign Language Translator: <https://mimix-speech-to-sign-language.soft112.com/>

Spread the sign. (s.f.). Obtenido de <https://www.spreadthesign.com/es.es/search/>

Statista Research Department. (6 de Agosto de 2021). *Statista*. Obtenido de Population - Statistics & Facts: https://www.statista.com/topics/776/population/#topicHeader__wrapper

Szmigiera, M. (1 de Abril de 2022). *Statista*. Obtenido de The most spoken languages worldwide in 2022: <https://www.statista.com/statistics/266808/the-most-spoken-languages-worldwide/>

Tanori, N. (23 de Septiembre de 2021). *Expreso*. Obtenido de Día Internacional de la Lengua de Señas: ¿Cuántas personas sordas hay en el mundo?: <https://www.expreso.com.mx/seccion/mundo/356407-dia-internacional-del-lenguaje-de-senas-cuantas-personas-sordas-hay-en-el-mundo.html#:~:text=De%20acuerdo%20a%20la%20Federaci%C3%B3n%20Mundial%20de%20Sordos%2C,utilizan%20m%C3%A1s%20de%20300%20diferentes%20>

Wecapable Tools. (s.f.). Obtenido de English to Sign Language (ASL) Translator: <https://wecapable.com/tools/text-to-sign-language-converter/>

Workana. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es un chatbot?: <https://i.workana.com/glosario/chatbot/>

Yang, S. (s.f.). *ANACONDA. NUCLEUS*. Obtenido de PyScript: Python in the Browser:
<https://anaconda.cloud/pyscript-python-in-the-browser>

Zhang, J. (s.f.). *WIZ HOLDINGS*. Obtenido de What is a chatbot?: https://www.wiz.ai/chatbot-vs-talkbot/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=chatbot-vs-talkbot

Capítulo 9. ANEXOS

Anexo 1: Código fuente

En el siguiente enlace se puede ver el código utilizado durante el proyecto:

<https://github.com/javigg712/TFG-Javier-Garcia>

La carpeta Limpieza RapidMiner contiene 4 archivos .rpm:

- TFG IMAGENES ENM.rpm: Este archivo contiene la partición del dataset de los Elementos no manuales
- TFG VIDEOS.rpm: Este archivo contiene la limpieza inicial del dataset de los vídeos.
- TFG UNION CSV.rpm: Este archivo contiene las uniones de los CSV antes de realizar la limpieza
- TFG LIMPIEZA DATOS.rpm: Este archivo contiene toda la limpieza de los datos tras la unión de los CSV.

El archivo 'Dialogflow.ipynb' contiene el código implementado en Python para poder conectarse a Dialogflow y obtener los vídeos como salida.

A continuación, se muestra el archivo 'TFG Limpieza en Python.ipynb'. Este archivo de Python contiene el web scraping de los enlaces y otros de los códigos mencionados en el Capítulo IV.

El tercer archivo 'TFG_Limpio.csv' es la base de datos ya limpia con las ñ y ¿ modificadas.

El cuarto archivo 'TraductorBot.zip' contiene todos los elementos de Dialogflow.

El archivo 'TraductorLSE.html' contiene el html que se utilizó para implementar la página web, a pesar de no haber conseguido los resultados.

El archivo 'Videos.phj' contiene la extracción de los identificadores de los vídeos de ParseHub.

'Dataset_Limpio.csv' contiene el dataset completo tras la limpieza de los datos.

Anexo 2: Atributos Base de datos original del Portal LSE

En la imagen que se muestra a continuación, se observa que la base de datos del Portal LSE contiene 7 categorías (Información general, Tipo de signo e iconicidad, Localización, Configuración, Movimiento, No manuales y Vídeos) que diferencian los atributos:

<input checked="" type="checkbox"/> Información general	<input checked="" type="checkbox"/> Tipo de signo e iconicidad	<input checked="" type="checkbox"/> Localización	<input checked="" type="checkbox"/> Configuración	<input checked="" type="checkbox"/> Movimiento	<input checked="" type="checkbox"/> No manuales	<input checked="" type="checkbox"/> Videos
<input checked="" type="checkbox"/> Lema	<input checked="" type="checkbox"/> Tipo de signo	<input checked="" type="checkbox"/> Planos Inicial	<input checked="" type="checkbox"/> Mano activa inicial	<input checked="" type="checkbox"/> Articulador	<input checked="" type="checkbox"/> Ojos	<input checked="" type="checkbox"/> Vista previa
<input checked="" type="checkbox"/> Glosa	<input checked="" type="checkbox"/> Iconicidad	<input checked="" type="checkbox"/> Planos Final	<input checked="" type="checkbox"/> Mano activa intermedio	<input checked="" type="checkbox"/> Movimiento de trayectoria	<input checked="" type="checkbox"/> Mejillas	
<input checked="" type="checkbox"/> No signo	<input checked="" type="checkbox"/> Referente	<input checked="" type="checkbox"/> Localización facial/corporal Inicial	<input checked="" type="checkbox"/> Mano activa final	<input checked="" type="checkbox"/> Cambio de configuración	<input checked="" type="checkbox"/> Cejas	
<input checked="" type="checkbox"/> Signo de partida de no signo		<input checked="" type="checkbox"/> Localización facial/corporal Final	<input checked="" type="checkbox"/> Mano pasiva inicial	<input checked="" type="checkbox"/> Cambio de orientación	<input checked="" type="checkbox"/> Boca	
<input checked="" type="checkbox"/> Tipo de sublema		<input checked="" type="checkbox"/> Puntos de contacto	<input checked="" type="checkbox"/> Mano pasiva intermedio	<input checked="" type="checkbox"/> Desde	<input checked="" type="checkbox"/> Cabeza	
<input checked="" type="checkbox"/> Categoría gramatical español			<input checked="" type="checkbox"/> Mano pasiva final	<input checked="" type="checkbox"/> Hasta	<input checked="" type="checkbox"/> Hombros	
<input checked="" type="checkbox"/> Categoría gramatical LSE			<input checked="" type="checkbox"/> Alófonos	<input checked="" type="checkbox"/> Velocidad	<input checked="" type="checkbox"/> Vocalización	
<input checked="" type="checkbox"/> Etimología			<input checked="" type="checkbox"/> Mano activa inicial	<input checked="" type="checkbox"/> Modo		
<input checked="" type="checkbox"/> Número de sílabas			<input checked="" type="checkbox"/> Mano activa intermedio	<input checked="" type="checkbox"/> Contacto		
<input checked="" type="checkbox"/> Variaciones dialectales			<input checked="" type="checkbox"/> Mano activa final	<input checked="" type="checkbox"/> Momento de contacto		
<input checked="" type="checkbox"/> Zonas de uso			<input checked="" type="checkbox"/> Mano pasiva inicial	<input checked="" type="checkbox"/> Repetición		
<input checked="" type="checkbox"/> Grupo temático			<input checked="" type="checkbox"/> Mano pasiva intermedio	<input checked="" type="checkbox"/> Producciones del movimiento		
<input checked="" type="checkbox"/> Notas genéricas			<input checked="" type="checkbox"/> Mano pasiva final			
<input checked="" type="checkbox"/> Observaciones genéricas						

Figura 36: Extracto del Portal LSE mostrando las columnas de su base de datos (Portal LSE, s.f.)

A continuación, se explican los atributos que había originalmente en la base de datos extraída con sus respectivas características. Estas explicaciones están basadas en las instrucciones de uso del portal:

Información general

- Lema: es la etiqueta identificativa de una entrada de la base de datos sin acentos diacríticos, véase, las palabras en castellano.
- Glosa: es la manera de representar el significado de un signo y su forma. Por ejemplo, la glosa de abadía es ‘casa+monje’ debido a que esta palabra se representa con los signos de casa y de monje.
- No signo: expresa si las señas son signos o no signos. Signos indica que son signos reales, mientras que No signo indica que son signos inventados modificando un parámetro fonológico de un signo real de la base de datos.
- Signo de partida No signo: indica el signo que se toma de referencia. Como en esta base de datos hay lemas como ‘abajo ns_localización’, en esta columna el valor equivaldría a ‘abajo’.
- Tipo de sublema: diferencia los signos en 3 tipos:
 - Simple: equivale a una acción simple, un elemento simple
 - 2 elementos: equivale a una acción compuesta, dos elementos simples
 - Expresión/Locución: más de dos elementos simples.
- Categoría Gramatical Español: es la categoría gramatical de la traducción del signo al español.
- Categoría Gramatical LSE: es la categoría gramatical del propio signo (adjetivo, sustantivo...).
- Etimología: contiene el origen de los lemas.
- Número de sílabas: refleja la cantidad de movimientos gruesos a la hora de realizar el signo, basado en el concepto de sílaba localización-movimiento-localización (LML). Las indicaciones que se siguen con este atributo son:
 - 1 sílaba no contiene más de 2 configuraciones o 2 orientaciones.

- Los cambios de movimiento interno y no manuales suelen concordar con la transición de una sílaba a otra.
- La selección de repetición para obtener más información es considerada parte de la última sílaba y no como una sílaba aparte.
- Variaciones dialectales: contiene los lugares donde se suele utilizar más el signo
- Zonas de uso: contiene las zonas donde se utilizan los signos
- Grupo temático: contiene los campos del léxico relacionados con el significado de la palabra.
- Notas genéricas: contiene algunas notas genéricas
- Observaciones genéricas: contiene algunas observaciones genéricas

Tipo de signo e iconicidad

- Tipo de signo: contiene la clasificación del signo en función del número de manos que utiliza y su relación entre sí. Sus valores son:
 - Monomanual
 - Bimanual: activa + pasiva con la misma configuración
 - Bimanual: activa + pasiva con diferente configuración
 - Bimanual: dos manos activas simultáneas, véase, las manos se mueven juntas
 - Bimanual: dos manos activas sucesivas o simétricas, véase, las manos se mueven en direcciones contrarias.
- Iconicidad: Contiene la relación entre el signo y su significado. En la Figura 13 se ven los posibles valores que toma esta columna
- Referente: es el significado más 'obvio' del signo. Por ejemplo, en 'Mayo' el referente es 'flor'.

Localización

- Planos Inicial: Contiene el plano donde se inicia el signo. Se puede ver una imagen de los valores que toma este atributo en la Figura 14.
- Planos Final: Contiene el plano donde se finaliza el signo. Se puede ver una imagen de los valores que toma este atributo en la Figura 14.
- Localización facial/corporal inicial: contiene la localización facial y corporal al inicio de realizar el signo
- Localización facial/corporal final: contiene la localización facial y corporal al final de realizar el signo

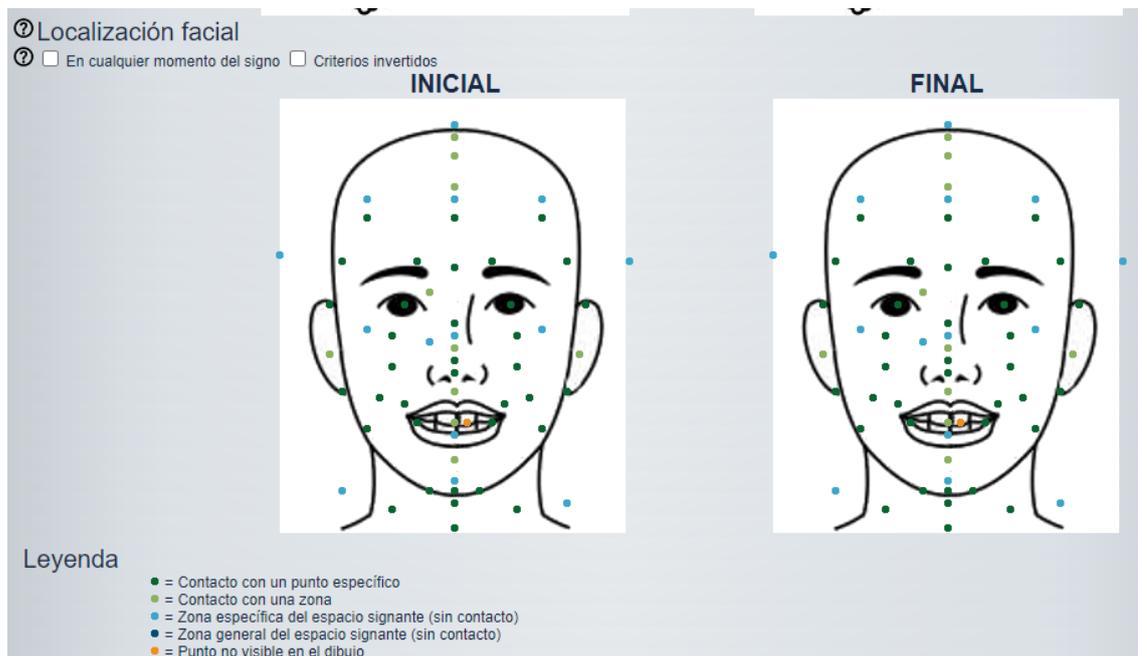


Figura 37: Extracto del Portal LSE mostrando las localizaciones faciales (Portal LSE, s.f.)

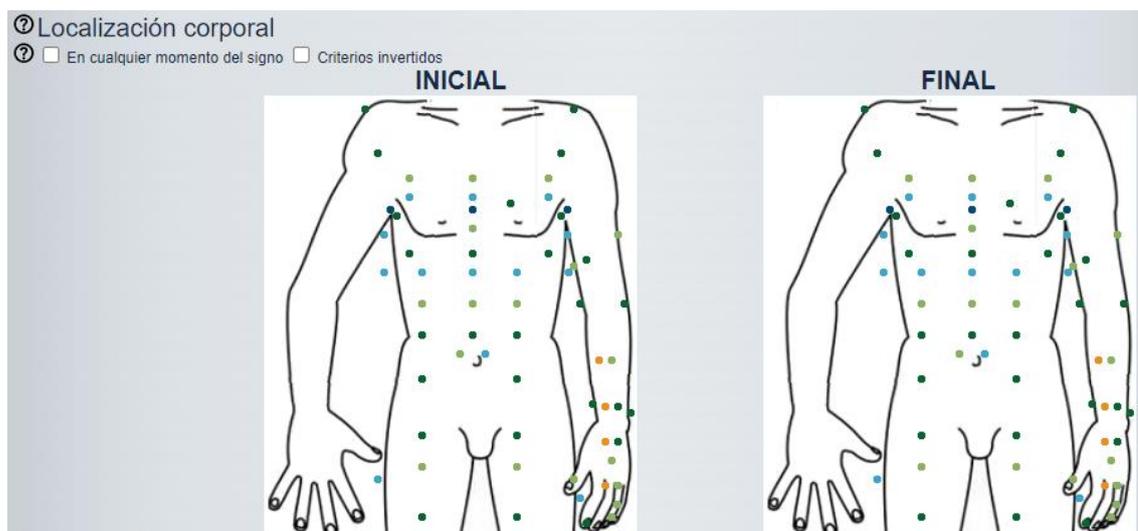


Figura 38: Extracto del Portal LSE mostrando las localizaciones corporales de su base de datos (Portal LSE, s.f.)

- Puntos de contacto: contiene las partes de la mano activa que tienen contacto con otra parte del cuerpo.



Figura 39: Extracto del Portal LSE mostrando os puntos de contacto (Portal LSE, s.f.)

Configuración

- Mano activa inicial: contiene el número identificador de la forma de la mano activa durante la articulación del signo al inicio.
- Mano activa intermedio: contiene el número identificador de la forma de la mano activa durante la articulación del signo en el punto intermedio.
- Mano activa final: contiene el número identificador de la forma de la mano activa durante la articulación del signo al final.
- Mano pasiva inicial: contiene el número identificador de la forma de la mano pasiva durante la articulación del signo al inicio.
- Mano pasiva intermedio: contiene el número identificador de la forma de la mano pasiva durante la articulación del signo en el punto intermedio.
- Mano pasiva final: contiene el número identificador de la forma de la mano pasiva durante la articulación del signo al final.
- Alófonos: contiene las configuraciones alternativas para el signo que recogen la viabilidad en la articulación del signo sin modificar el significado
- Mano activa inicial: contiene el número identificador de la orientación de la mano activa durante la articulación del signo al inicio.
- Mano activa intermedio: contiene el número identificador de la orientación de la mano activa durante la articulación del signo en el punto intermedio.
- Mano activa final: contiene el número identificador de la orientación de la mano activa durante la articulación del signo al final.
- Mano pasiva inicial: contiene el número identificador de la orientación de la mano pasiva durante la articulación del signo al inicio.
- Mano pasiva intermedio: contiene el número identificador de la orientación de la mano pasiva durante la articulación del signo en el punto intermedio.

- Mano pasiva final: contiene el número identificador de la orientación de la mano pasiva durante la articulación del signo al final.

Movimiento

- Articulador: contiene las partes del cuerpo que se articulan a la hora de realizar los signos.
- Movimiento de trayectoria: contiene el movimiento de la mano al realizar el signo. Contiene 5 categorías (recto, arco, circular, con forma de 7 y garabato).
- Cambio de configuración: contiene los valores del movimiento interno de la mano que da lugar a un cambio de configuración. Contiene 3 posibles valores (No hay cambio, Si hay cambio y Vibración).
- Cambio de orientación: contiene los valores del movimiento interno de la mano que da lugar a un cambio de orientación. Contiene 3 posibles valores (No hay cambio, Si hay cambio y Vibración).
- Desde: contiene dos posibles valores, definido o indefinido, indicando si el punto inicial del signo es en una localización específica o en una zona general respectivamente.
- Hasta: contiene dos posibles valores, definido o indefinido, indicando si el punto final del signo es en una localización específica o en una zona general respectivamente
- Velocidad: contiene tres valores (normal, lenta o rápida) que indican a qué velocidad se realiza el signo.
- Modo: Contiene si el signo es serpenteante (zig-zag), tenso o continuo (fluido)
- Contacto: indica si la mano activa tiene contacto con otra parte del cuerpo sin incluir contacto dentro la propia mano activa. Sus valores son:
 - Sin contacto.
 - Golpe: la mano tiene contacto con otra parte del cuerpo y permanece allí.
 - Roce: la mano toca brevemente una zona del cuerpo mientras pasa por allí.
 - Punteo: la mano tiene contactos repetidos en distintos puntos.
 - Agarre: la mano agarra una parte del cuerpo.
 - Fricción: la mano se mueve contra otra zona del cuerpo.
 - Fijo: la mano se mueve contra otra zona del cuerpo.
 - Entrelazar: la mano se entrelaza con otra parte del cuerpo.
 - Toque: la mano contacta rápidamente con otra parte del cuerpo.
- Momento de contacto: Indica si el punto de contacto se realiza únicamente al inicio, únicamente al final, durante el movimiento o durante todo el signo.
- Repetición: Indica si el movimiento empleado al signar se repite. Contiene 4 valores, sin repetición, repetición contenida, repetido una vez o repetido varias veces.
- Producciones del movimiento: contiene el número de veces que se articula el movimiento de los signos.

No manuales

- Ojos: contiene el grado de apertura de los ojos, pudiendo distinguir 4 tipos (algo cerrados, casi cerrados, normales o muy abiertos). Se pueden observar estas imágenes en la Figura 12.

- Mejillas: contiene las cuatro posiciones de las mejillas: algo hinchadas, muy hinchadas, chupadas y una hinchada. Se pueden observar las imágenes de estos valores en la Figura 12.
- Cejas: contiene las posiciones de las cejas. Al igual que los dos casos anteriores, solo contiene 4 tipos de posiciones: levantadas, algo fruncidas, muy fruncidas o inclinadas. También se pueden observar en la Figura 12
- Boca: contiene las diversas posiciones de la boca. Estas se diferencian en 4 grandes categorías diferenciadas por colores. Las imágenes amarillas (Figura 12) indican que la boca está cerrada, mientras que las imágenes de color morado indican que la boca está abierta. Si el color es rosa, la lengua está visible a la hora de realizar el signo, y si las imágenes son verdes, indica que hay vocalización que no está relacionada con la palabra en español. Estas cuatro categorías contienen diversos valores como ‘sonrisa’ (amarillo), ‘enseñar los dientes’ (morado) o lengua sacada a un lado (rosa).
- Cabeza: Indica ocho tipos de movimiento realizados con la cabeza. Entre ellos podemos ver ‘no’, ‘sí’, ‘hacia delante’, ‘hacia atrás’, ‘inclinarse a un lado’, ‘levantar’, ‘bajar’ o ‘girar hacia un lado’. Estas imágenes se pueden ver en la Figura 12.
- Hombros: Contiene los ocho valores de las posiciones y movimientos que realizan los hombros a la hora de signar. Estos valores son: tronco hacia la derecha, tronco hacia la izquierda, tronco en círculo, alternando delante y atrás, hacia los lados, hacia atrás, hacia delante y hacia arriba. Se pueden observar estas posiciones en la Figura 12.
- Vocalización: este atributo contiene la articulación, no necesariamente haciendo uso de la voz, de una palabra en español que acompañe al signo.

Vídeos

- Vídeos: contiene los vídeos únicamente visibles con Adobe Flash. A la hora de descargar la base de datos, esta columna sale vacía.

Para más consultas, se pueden observar en el portal mediante el siguiente enlace: http://lse-sign.bcbl.eu/web-busqueda/?page_id=8

Anexo 3: Página web

Debido a que el Chatbot se ha perfeccionado con python, se ha decidido desarrollar la página web con Pyscript. PyScript es un marco de trabajo, habilitado en mayo de 2022, que permite al usuario crear aplicaciones para el navegador utilizando HTML y Python. Al ser un framework tan reciente, se ha realizado una amplia investigación para aprender a utilizarlo y aplicarlo a la creación de la página web.. Hay que destacar que al ser un programa muy reciente con menos de un mes de vida, los recursos para conocer sus funciones y cómo se han de usar son muy limitados.

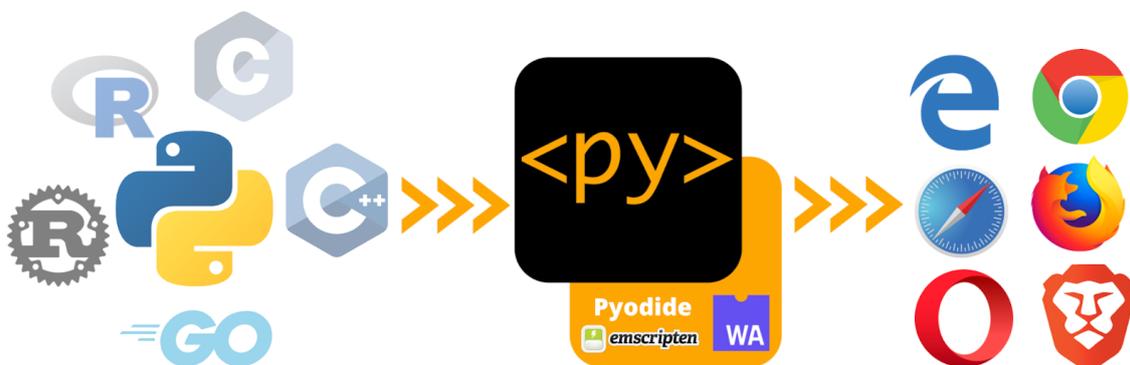


Figura 40: Descripción general de PyScript (Yang, s.f.)

No ha sido posible realizar el desarrollo de la página web debido a que, al ser tan novedoso no se le puede considerar suficientemente estable, y el recurso tiene errores sin solución en la actualidad. En el Anexo se encuentra lo que se ha realizado de la página web.

Debido a que a la hora de hacer la página web han habido impedimentos con relación a las cookies de GCP que no han permitido poder realizar dicho entorno con éxito, se va a mostrar a continuación una imagen de cómo se presentaría la página web.

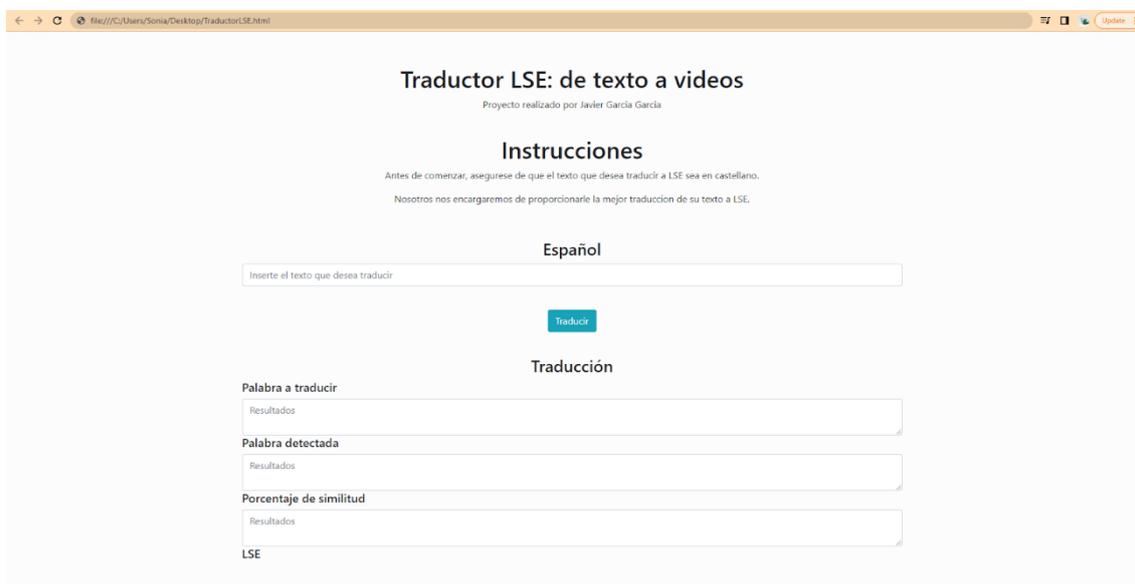


Figura 41: Muestra de la página web

Las figuras 40 y 41 muestran una de las posibles opciones de cómo se podría ver la página web en un futuro. El usuario podrá reproducir los vídeos en 8 distintas velocidades desde el 0.25 hasta 2 para poder observar cada uno de los movimientos. Además, el usuario podrá parar los vídeos en caso de que sea necesario.

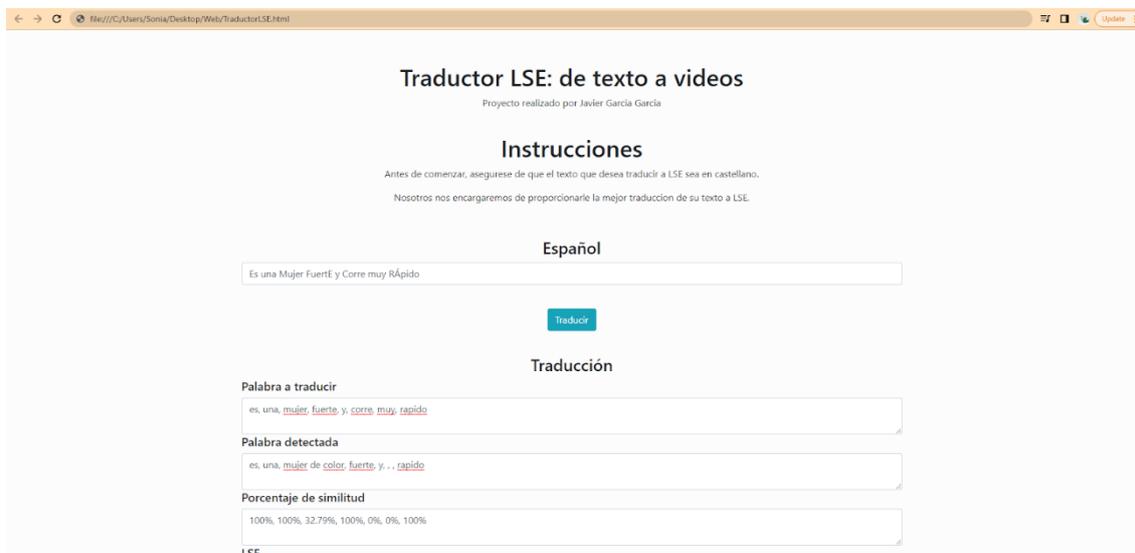


Figura 42: Muestra de la página web en el futuro (1)

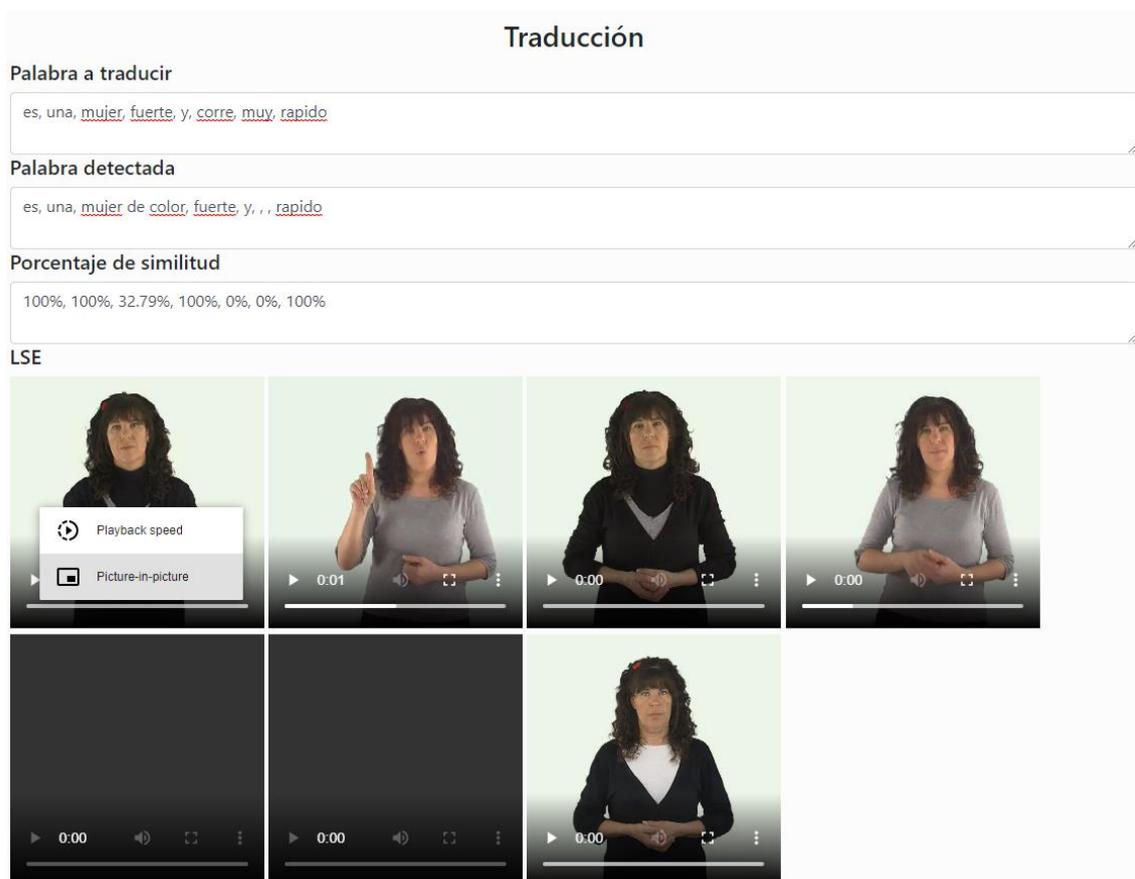


Figura 43: Muestra de la página web en el futuro (2)

Anexo 4: Plan de negocio

En la siguiente página se muestra la imagen de una propuesta de modelo de negocio para el traductor realizado en la web Miro. En caso de querer observar mejor el plan de negocio, se puede acceder a este mediante el siguiente enlace:

https://miro.com/welcomeonboard/NmN3RXhGdW53d283WEs0ejFIQkJ6eWM5RnRadTg4VXBjd0U1RkFvTmpta0ZwamRHQjVKOTB4SU81YUtKcjY1enwzNDU4NzY0NTI0NjQyMDYzNzY0?share_link_id=185025339472

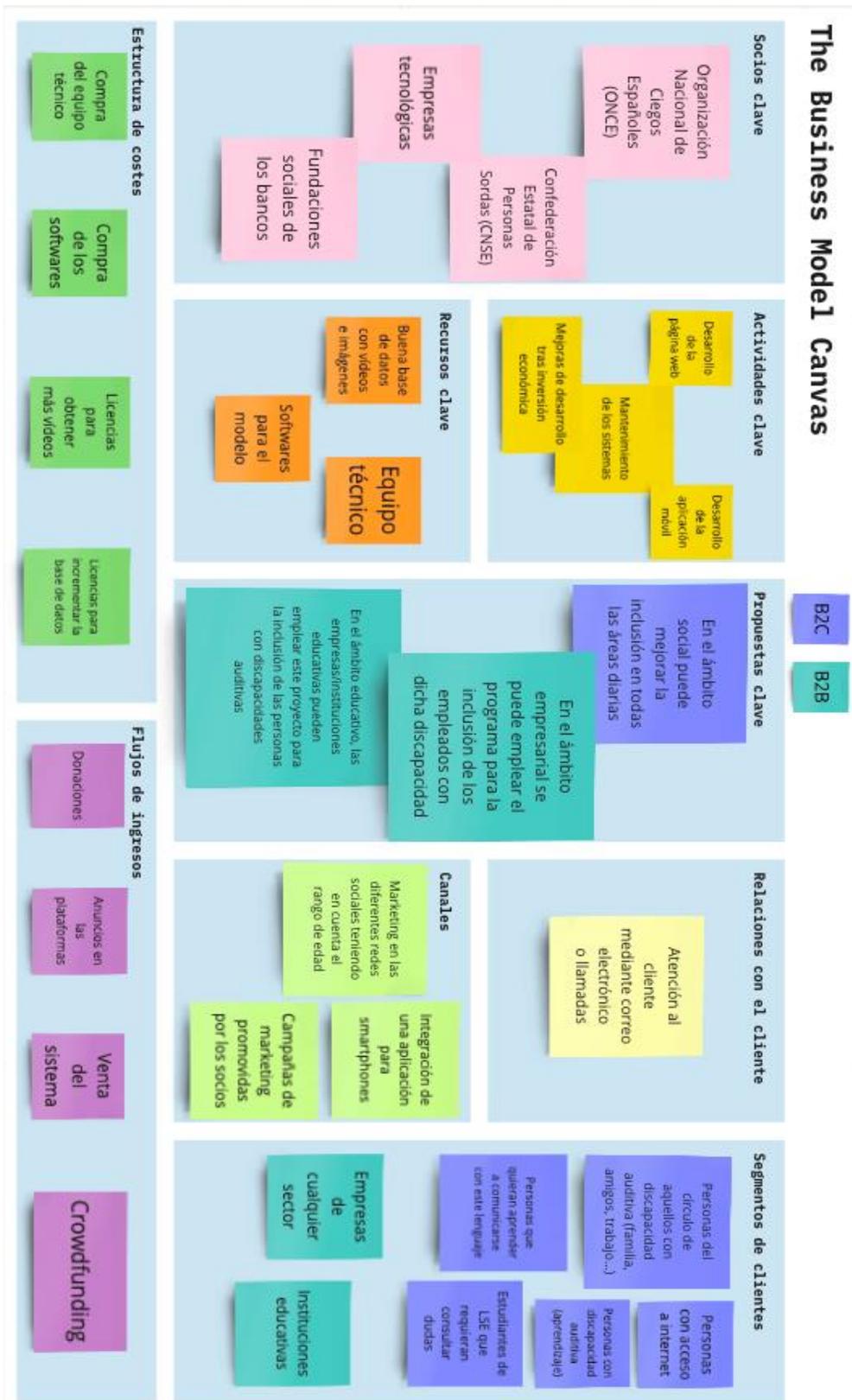


Figura 44: Modelo de negocio del Traductor LSE

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]