
Traductor de Texto a Lengua de Signos Española (LSE)



TRABAJO DE FIN DE GRADO 2019/2020

AUTORES

Sara Vegas Cañas
Miguel Rodríguez Cuesta
Alejandro Torralbo Fuentes

DIRECTORES

Virginia Francisco GilMartín
Antonio Fernando García Sevilla

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

Convocatoria 2019/2020

Este documento está preparado para ser imprimido a doble cara.

Traductor de Texto a Lengua de Signos Española (LSE)

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

AUTORES

**Sara Vegas Cañas
Miguel Rodríguez Cuesta
Alejandro Torralbo Fuentes**

DIRECTORES

**Virginia Francisco GilMartín
Antonio Fernando García Sevilla**

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

Convocatoria 2019/2020

Al duque de Béjar
y
a tí, lector carísimo
Sara Vegas Cañas

I can't go to a restaurant and
order food because I keep looking
at the fonts on the menu.
Donald Knuth
Alejandro Torralbo Fuentes

I can't go to a restaurant and
order food because I keep looking
at the fonts on the menu.
Donald Knuth
Alejandro Torralbo Fuentes

Agradecimientos

*A todos los que la presente vieron y
entendieron.*

Inicio de las Leyes Orgánicas. Juan
Carlos I

Resumen

Índice

Agradecimientos	VII
Resumen	IX
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivo	2
2. Estado del Arte	3
2.1. La discapacidad auditiva	3
2.2. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC)	4
2.2.1. ARASAAC	8
2.2.2. Banco de imágenes Fundacion CNSE	9
2.2.3. SpreadTheSign	9
2.3. La Lengua de Signos	11
2.3.1. Fonología de la Lengua de Signos Española	12
2.3.2. Sintaxis de la Lengua de Signos Española	14
2.3.3. Morfología de la Lengua de Signos Española	15
2.3.4. Verbos de la Lengua de Signos Española	19
2.4. Aplicaciones de Traducción de Texto a LSE	20
2.4.1. Text2Sign	20
2.4.2. TextSign	21
2.4.3. Signslator	22
2.4.4. StorySign	22
2.4.5. TeCuento	23
2.4.6. Conclusiones	23
2.5. Servicios Web	24
2.5.1. Servicios Web SOAP	25
2.5.2. Servicios Web REST	26
2.6. Procesamiento del Lenguaje Natural	26
2.6.1. Estructura del procesamiento del lenguaje natural	27

2.6.2. Técnicas de PLN	28
2.6.3. Herramientas PLN	28
Bibliografía	31

Índice de figuras

2.1. Representación de Sistema Bliss	6
2.2. Representación de Sistema Braille	7
2.3. Representación de Sistemas Pictográficos	7
2.4. Pictograma “coche” del banco de imágenes ARASAAC	8
2.5. Signo “hola” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	8
2.6. Imagen de la página web de la Fundación CNSE	10
2.7. Imagen de la página web SpreadTheSign	10
2.8. Imagen de la página web SpreadTheSign	11
2.9. Representación de la configuración de la mano en Lengua de Signos	13
2.10. Representación de la orientación de las manos en Lengua de Signos	14
2.11. Signo “oír” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	14
2.12. Signo “hombre” del banco de imágenes ARASAAC	15
2.13. Signo “mujer” del banco de imágenes ARASAAC	16
2.14. Signo “abuelo” del banco de imágenes ARASAAC	16
2.15. Signo “abuela” del banco de imágenes ARASAAC	16
2.16. Signo “niño” del banco de imágenes ARASAAC	17
2.17. Signo “niña” del banco de imágenes ARASAAC	17
2.18. Signo “uno” del banco de imágenes ARASAAC	18
2.19. Signo “muchos” del banco de imágenes ARASAAC	18
2.20. Signo “querer” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	20
2.21. Signo “ayudar” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	20
2.22. Signo “señalar” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	21
2.23. Imagen de la aplicación Text2Sign.	21
2.24. Imagen de la aplicación TextSign.	22
2.25. Imagen de la aplicación Signlator.	23
2.26. Imagen de la aplicación StorySign.	23
2.27. Imagen de la aplicación TeCuento.	24
2.28. Imagen la estructura de una API SOAP	26
2.29. Imagen la estructura de una API REST	27

2.30. Comparativa de rendimiento de herramientas de PLN.	29
--	----

Índice de Tablas

Capítulo 1

Introducción

"Lo que eres, lo eres por accidente de nacimiento; lo que soy, lo soy yo solo. Hay y habrá mil príncipes; solo hay un Beethoven".

Ludwig van Beethoven

En este capítulo se explicará la motivación que hay detrás de este TFG, los objetivos marcados al comienzo, así como una posible ampliación de cara a la entrega final. Por último, se indicará la estructura que sigue el documento.

1.1. Motivación

En la sociedad actual en la que vivimos hay una gran cantidad de personas con distintas discapacidades, que en algunos casos hacen que estas personas se sientan apartadas del resto y no tengan acceso completo a ciertos servicios fundamentales, dificultando así su día a día. Gracias a los avances tecnológicos, se están desarrollando soluciones con el objetivo de ayudar a estos colectivos, facilitando así aspectos de su vida cotidiana. Un ejemplo son las aplicaciones basadas en pictogramas cuya finalidad es ayudar a comunicarse a personas con algún tipo de discapacidad cognitiva.

En España, un 2,3 %¹ de la población total (alrededor de un millón de personas) sufre algún tipo de discapacidad auditiva. Estas personas tienen las mismas necesidades de obtener información del entorno que el resto de la población, pero a pesar de disponer de las mismas capacidades cognitivas, se enfrentan a numerosas barreras comunicativas, que dificultan su proceso de aprendizaje y la capacidad de relacionarse con su entorno mediante la

¹Para más información, visitar la web oficial del INE <https://www.ine.es/>

audición y la lengua oral. Esto se debe a que en la mayoría de ocasiones el audio es el único canal para comunicar información, ya sea en películas, informativos, conversaciones cotidianas o en actividades educativas.

Las personas con dicha discapacidad usan distintos métodos de comunicación, que dependen tanto de la edad con la que empezaron a padecer sordera, como de su grado de pérdida auditiva. El método alternativo al lenguaje oral más extendido entre las personas con discapacidad auditiva es la Lengua de Signos (LS). Hoy en día, en muchos casos se cuenta con la posibilidad de añadir subtítulos al contenido audiovisual, pero no es suficiente, ya que los subtítulos no son tan efectivos como la LS, que al ser ideográfica permite representar conceptos comunes con un solo gesto, permitiendo así expresar información más rápidamente.

La LS no es universal, sino que varía en función de la región, es decir, no existe una lengua de signos común en todo el mundo, disponiendo cada país de una o varias. En España desde el año 2007 hay dos lengua oficiales: la Lengua de Signos Española (LSE) y la Lengua de Signos Catalana (LSC).

1.2. Objetivo

El objetivo principal del proyecto es crear una aplicación web que sea capaz de traducir un texto en lenguaje natural escrito en castellano a la Lengua de Signos Española (LSE).

La aplicación creada servirá de apoyo tanto a las personas en proceso de aprendizaje de la LSE, como a las personas que quieran comunicarse con aquellas cuya discapacidad auditiva impida o dificulte el uso del lenguaje oral. Su diseño estará centrado en el usuario. Para ello, se debe conocer y comprender las necesidades, limitaciones, comportamiento y características de los usuarios. Estará basada en la arquitectura SOA, es decir, tendrá implementadas pequeñas funcionalidades alojadas en un servicio web, siendo así fácilmente reutilizables.

En cuanto a los objetivos académicos, con este proyecto pretendemos poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del Grado en Ingeniería informática, así como ampliar nuestras competencias.

Capítulo 2

Estado del Arte

"La fuerza no viene de la capacidad corporal, sino de la voluntad del alma".

Mahatma Gandhi

En este capítulo se habla de las distintas vías de comunicación que utilizan las personas con discapacidad auditiva para relacionarse. A continuación se da una explicación detallada de qué es la Lengua de Signos y por qué es la mejor vía de comunicación para este colectivo con respecto a otras. Y por último se explican los tipos de accesibilidad digital que existen para personas con esta discapacidad, así como tecnologías ya desarrolladas que mejoran su día a día.

2.1. La discapacidad auditiva

La discapacidad auditiva es la dificultad que sufren algunas personas para percibir el sonido a través del oído. El colectivo de personas con déficit auditivo es muy heterogéneo, influyendo factores como la edad en la que aparece la sordera, el grado de ésta, así como factores de su entorno educativo y social.

Dentro de esta variedad de sordera existen distintas clasificaciones (Dis-capnet, 2019). Algunas de ellas son:

1. Según el grado de pérdida de la audición:

- **Audición normal:** se perciben sonidos por encima de 20 decibelios.
- **Hipoacusia:** pérdida parcial de la audición.
 - **Leve:** no se perciben sonidos inferiores a 40 decibelios.
 - **Moderada:** se presentan pérdidas entre 40 y 70 decibelios
 - **Severa:** pérdida de entre 70 y 90 decibelios. En este grado se requiere de uso de ayudas auditivas, como prótesis o implantes. A partir de pérdidas de 75 decibelios la Seguridad Social considera al individuo persona sorda.
- **Sordera (Cofosis):** pérdida total de la audición. Se precisa de la ayuda de códigos de comunicación alternativa.

2. Según su etiología:

- **Genéticas:** factores hereditarios influyen en la pérdida de audición del individuo.
- **Adquiridas:** influyen factores externos como golpes o exposición a ruidos fuertes.
- **Congénitas:** la pérdida de audición está presente desde el nacimiento del individuo.

3. Según el momento de la aparición se distinguen:

- **Prelocutivas:** la sordera aparece antes de que el individuo haya aprendido el lenguaje oral. La gran mayoría de este colectivo no sabe ni leer ni escribir.
- **Postlocutivas:** la persona es capaz de comunicarse oralmente antes de la aparición de la discapacidad. En condiciones normales conoce el lenguaje escrito.

Las personas con discapacidad auditiva necesitan apoyar la comunicación oral con Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC). A continuación se profundizará en estos métodos de comunicación y se explicará con detalle los distintos tipos que más se utilizan.

2.2. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC)

Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC) (ARASAAC, 2019) son un conjunto de recursos y formas de expresión distintas al lenguaje hablado, cuyo objetivo es facilitar la comprensión y la

expresión del lenguaje a personas que tienen dificultades en la adquisición del habla y/o en la escritura. En los casos graves en los que la capacidad de expresión verbal es nula, estos sistemas se denominan sistemas alternativos. De esta forma, las personas con este tipo de dificultades pueden expresar sus deseos, intercambiar conocimientos, opiniones e incluso expresar su propia personalidad de manera mucho más eficiente e inteligible para los demás, enriqueciendo así su campo de experiencia.

Las personas que más usan este tipo de sistemas son aquellas que presentan discapacidades motoras, las cuales carecen de un habla comprensible por los demás y cuyas dificultades físicas no les permiten realizar movimientos con las manos para comunicarse. También existen otros colectivos que requieren de estos sistemas, como pueden ser personas con discapacidad intelectual, cognitiva y física, así como discapacidades sensoriales, como la sordera.

Dependiendo de las necesidades de cada persona se pueden distinguir dos tipos de SAAC:

- **Símbolos gestuales:** (Torres, 2001) No es necesaria la ayuda de ningún soporte físico (libros, dispositivos tecnológicos, etc), ya que con el propio cuerpo es suficiente. Algunos ejemplos son los siguientes:
 - **Bimodal:** es el uso simultáneo de palabras articuladas y signos gestuales manteniendo la estructura sintáctica de la lengua oral.
 - **Oral signado:** es el uso simultáneo de palabras y signos manteniendo la estructura sintáctica de la lengua oral. La diferencia con el bimodal radica en que el bimodal signa preferentemente las palabras con contenidos semánticos, mientras que el oral signado signa de manera restrictiva todas y cada una de las palabras de la frase oral, hay paralelismo exacto entre palabras y signos.
 - **Lengua de signos:** es la lengua más usada entre las personas sordas. Se desarrolla más acerca de la LS en el apartado “Lengua de Signos”
 - **Lectura de labios:** es una técnica con la que una persona comprende lo que se le habla observando los movimientos de los labios de su interlocutor e interpretando los fonemas que éste produce.
 - **Palabra complementada:** es un sistema que posibilita la comunicación con personas sordas o con discapacidad auditiva mediante el uso simultáneo de la lectura de labios y una serie de gestos

manuales que lo complementan.

- **Dactilología:** Consiste en representar letras del alfabeto mediante formas manuales. Todas las lenguas de signos hacen uso de la dactilología en mayor o menor medida.
- **Símbolos gráficos:** Sí que es necesario la ayuda de un soporte físico que varía según las necesidades del individuo. Algunos ejemplos son:
 - **Sistema Bliss:** es un sistema mediante el cual el individuo se comunica señalando una serie de símbolos que representan un significado específico. Algunos ejemplos son los siguientes (Ver Figura 2.1.)

hombre 	mujer 	niño 	niña 	tío 	tía
padre 	madre 	hijo 	hija 	primo 	
abuelo 	abuela 	hermano 	hermana 		

Figura 2.1: Representación de Sistema Bliss

- **Braille:** es un sistema de lectura y escritura táctil que utilizan las personas con discapacidad visual o ciegos para poder escribir y leer *textos*, libros y documentos. (Ver Figura 2.2.)
- **Sistemas pictográficos:** es un sistema en el que se utilizan dibujos simples o símbolos para comunicarse de forma sencilla. Los símbolos han sido diseñados con el fin de representar las palabras y conceptos de uso más común. (Ver Figura 2.3.)

En cuanto a recursos SAAC, cabe destacar el portal ARASAAC, que cuenta con numerosas herramientas y materiales orientados a facilitar la

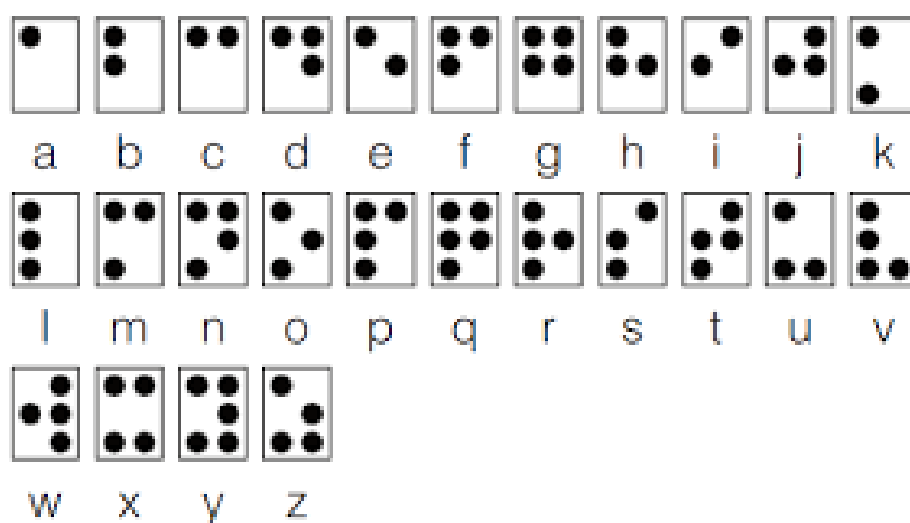


Figura 2.2: Representación de Sistema Braille

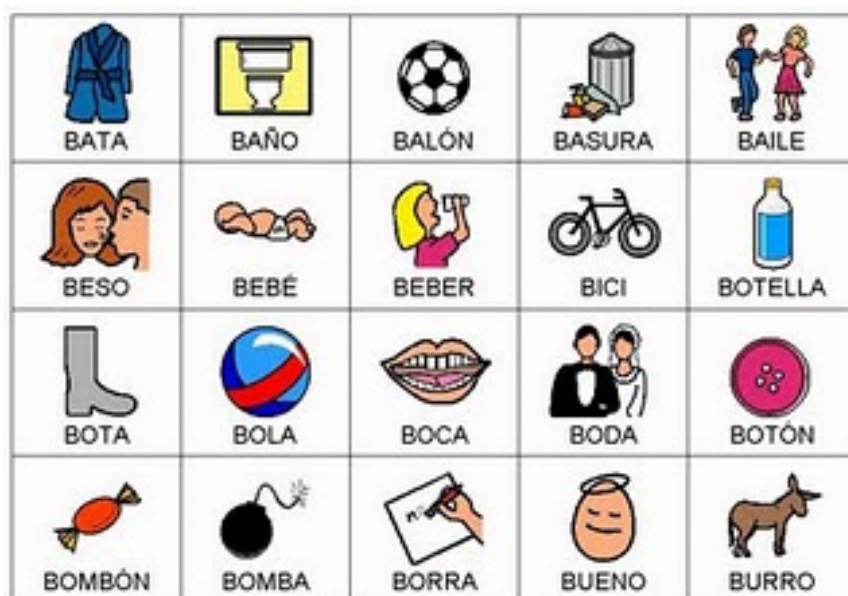


Figura 2.3: Representación de Sistemas Pictográficos

comunicación de las personas que necesitan hacer uso de estos métodos alternativos de comunicación. A continuación se explica con detalle en qué consiste.

2.2.1. ARASAAC

El Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa (ARASAAC)¹, es un proyecto desarrollado en el año 2007 por el gobierno de Aragón cuyo objetivo es la creación de un sistema pictográfico de comunicación y un conjunto de herramientas de libre distribución, que faciliten la accesibilidad de carácter comunicativo y cognitivo en diversos ámbitos de la vida, a todas las personas que lo puedan requerir.

Contiene un catálogo con más de 8.000 pictogramas en color, en blanco y negro, fotografías, así como un banco de vídeos e imágenes a color de signos de la Lengua de Signos Española, de los cuales podemos observar dos ejemplos en las Figuras 2.4 y 2.5. Este contenido está disponible como contenido descargable con licencia Creative Commons, es decir, se puede usar libremente sin ánimo de lucro.



Figura 2.4: Pictograma “coche” del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.5: Signo “hola” en LSE del banco de imágenes ARASAAC

¹Para más información, visitar la web oficial de ARASAAC <http://www.arasaac.org/>

Al igual que ARASAAC existen otros bancos de imágenes online de Lengua de Signos Española que permiten la descarga de los distintos recursos, como la web de la Fundación CNSE o la aplicación SpreadTheSign. A continuación se explican con más detalle.

2.2.2. Banco de imágenes Fundacion CNSE

La Confederación Estatal de Personas Sordas (CNSE)² es una organización que atiende los intereses de las personas sordas y sus familias en España. Es la primera entidad asociativa de la discapacidad de nuestro país, y desde su creación se ha ocupado de incentivar el desarrollo y la participación social de dicho colectivo. En ella se integran 17 federaciones de personas sordas - una por cada comunidad autónoma- que, a su vez, mantienen afiliadas a más de 120 asociaciones provinciales y locales de todo el Estado. No obstante, la CNSE atiende cualquier necesidad relacionada con el colectivo de personas sordas, estén o no afiliadas a su movimiento asociativo.

De esta forma, en 1998 la CNSE constituye la Fundación CNSE para la Supresión de las Barreras de Comunicación. Se trata de una organización estatal sin ánimo de lucro, desde la que se impulsa la investigación y el estudio de la lengua de signos española, se trabaja por mejorar la accesibilidad de las personas sordas en todos los ámbitos y se promueve el desarrollo de proyectos que mejoren la calidad de vida de las personas sordas y de sus familias.

Esta fundación cuenta con un banco de imágenes³ (Ver Figura 2.6) y signos de la LSE, accesible a través de su página web. En esta página no existe la opción de descargar todas las imágenes de una vez, sino que es necesario hacerlo manualmente una a una, y no cuenta con un banco de videos de signos.

2.2.3. SpreadTheSign

SpreadTheSign⁴ es un diccionario online administrado por el Centro Europeo de Lenguas de Signos, que cuenta con más de 400.000 gestos en vídeo (Ver Figura 2.7) de diferentes Lenguas de Signos como la Española, Estadounidense o Alemana, entre muchas otras (Ver Figura 2.8), así como de un alfabeto dactilológico para cada una de ellas y frases previamente almacena-

²Para más información, visitar la web oficial de Fundación CNSE <http://www.fundacioncnse.org/>

³Para más información, visitar la web oficial de Fundación CNSE <http://www.fundacioncnse.org/educa/bancolse/>

⁴Para más información, visitar la web oficial de SpreadTheSign <https://www.spreadthesign.com/es.es/search/>



Figura 2.6: Imagen de la página web de la Fundación CNSE

das. Es una herramienta de autoaprendizaje gratuita, accesible a través de su página web y desde su aplicación para Android⁵ e IOS⁶, aunque ninguna de estas aplicaciones permite la descarga de contenido.



Figura 2.7: Imagen de la página web SpreadTheSign

⁵Para más información, visitar la página de Play Store de SpreadTheSign https://play.google.com/store/apps/details?id=com.spreadthesign.androidapp_paid&hl=es

⁶Para más información, visitar la página de AppStore de SpreadTheSign <https://apps.apple.com/ni/app/spreadthesign/id438811366>

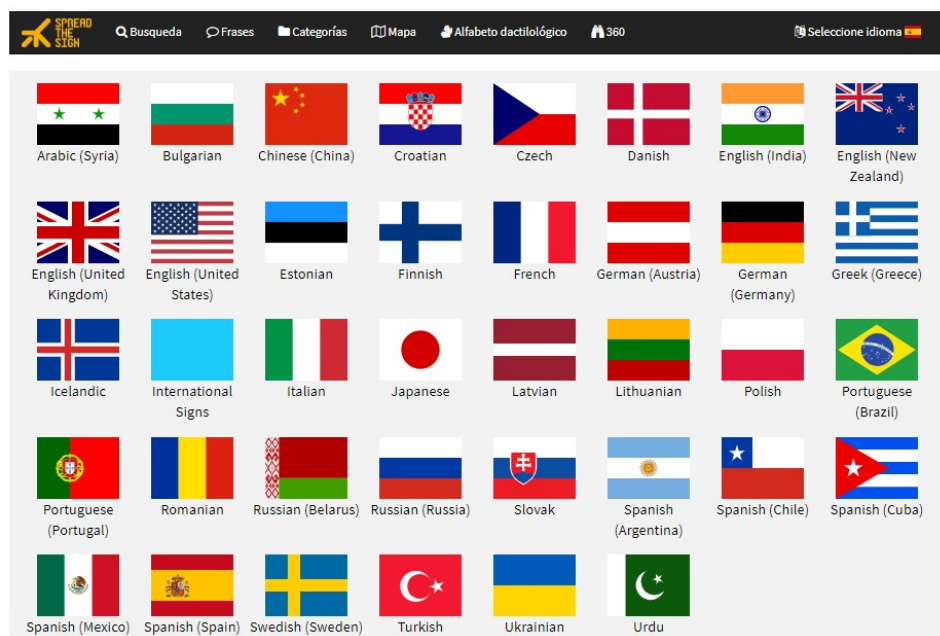


Figura 2.8: Imagen de la página web SpreadTheSign

2.3. La Lengua de Signos

La Lengua de Signos (LS) es un SAAC gestual que sirve para ayudar a integrarse a las personas con discapacidad auditiva o dificultad en el habla, y a personas que se quieran comunicar con ellas.

Esta lengua es rica y compleja gramaticalmente, es decir, no es una simple representación literal de la lengua oral. Además, es muy expresiva, ya que permite expresar sentimientos y emociones a la hora de comunicarse mediante el énfasis en los gestos y expresiones faciales.

La Lengua de Signos es considerada como SAAC gestual sin ayuda, es decir, no necesita apoyo de ningún sistema de información (imágenes, pictogramas) y que al estar destinada a personas con discapacidad auditiva, dichas personas no deben padecer ninguna enfermedad neurológica que dificulte sus capacidades motrices. Esto se debe a que el desarrollo de esta lengua necesita de unas capacidades tanto cognitivas como motrices, así como de un entrenamiento específico. Este sistema puede tener una doble finalidad:

- **Como elemento de comunicación:** Para hacer posible la comunicación de manera alternativa al habla o paliar las limitaciones que provoca la pérdida auditiva y así mejorar la integración social de las personas que sufren esta discapacidad.

- **Como elemento de desarrollo intelectual:** la audición es el órgano que más influye en la educación, ya que es vía de adquisición del lenguaje. El uso de estos sistemas es determinante en el desarrollo intelectual de las personas, sobre todo cuando el lenguaje verbal no esté adquirido.

La LS no es una lengua universal, es decir, no existe una Lengua de Signos común para todo el mundo ni para todos los idiomas. Cada país puede contar con una o varias LS oficiales y no son únicas para cada lengua. Esto quiere decir que dos países que comparten lengua oral oficial (como España y Argentina), podrían contar con Lenguas de Signos totalmente diferentes. Incluso puede ocurrir que una misma LS presente diferencias dependiendo de en qué región del país se utilice.

En España hay alrededor de 1.064.000 personas mayores de seis años con algún grado de discapacidad auditiva, de las cuales sólo el 1,25 % (13.300 personas) utilizan la Lengua de Signos para comunicarse, según los últimos datos aportados por el Instituto Nacional de Estadística (INE)⁷. Esto se debe a que la mayoría de las personas con esta discapacidad son capaces de comunicarse a través del lenguaje oral, ya que su grado de discapacidad se lo permite y les ayuda a integrarse con el entorno debido a que no es común saber Lengua de Signos si no sufres de dicha discapacidad, siendo únicamente alrededor de 400.000 las personas que saben comunicarse mediante dicha lengua en nuestro país. Desde el año 2007 España cuenta con dos LS oficiales: la Lengua de Signos Española (LSE) y la Lengua de Signos Catalana (LSC). Este proyecto se basará en la LSE, dado que es la LS más utilizada en nuestro país.

La LSE es una lengua normativizada, es decir, consta de unas reglas que marcan el correcto uso de la misma. A continuación, se explica el conocimiento básico de estas normas en lo referente a la gramática: fonología, sintaxis y morfología.

2.3.1. Fonología de la Lengua de Signos Española

La fonología, en lo referente a la LSE, (Muñoz, Peidro, Muñoz, Moreales, Pérez, Reigosa, Blanco, Bobillo, Freire, Mallo, Prego, Justo, Nogueira, Valdemoro, Amate, Giménez, Parkhust, Parhust, Moreno, Pinedo y Rodríguez, 2002) se refiere al estudio de la estructura y organización interna de los signos.

Los signos de la LSE están formados por siete elementos esenciales:

⁷Para más información, visitar la web oficial del INE <https://www.ine.es/>

- **Forma o configuración de la mano o manos** que intervienen en el signo. Es importante remarcar que no se utilizan los términos “mano izquierda” y “mano derecha”, ya que dependiendo de la persona, la mano dominante puede ser una u otra. Por eso se utilizan los términos “mano dominante” y “mano no dominante” para señalar con qué mano o manos signar. Para indicar qué mano es la dominante basta con levantarla y rotarla (Ver Figura 2.9)



Figura 2.9: Representación de la configuración de la mano en Lengua de Signos

- **Orientación** de la mano o manos al signar respecto al cuerpo del individuo. Por ejemplo, gestos como “*ayudar*”, el cual podemos observar en la Figura 2.21, van acompañados de dirección para indicar a qué persona se refiere el emisor. En la imagen se muestran las distintas direcciones que pueden acompañar a los gestos. (Ver Figura 2.10)
- **Lugar de articulación** del signo, es decir, el espacio en el que se realiza el movimiento.
- **Plano** en el que se realiza el signo, es decir, la distancia de realización del signo con respecto al cuerpo del individuo.
- **Punto de contacto** de la mano dominante con el cuerpo del individuo al realizar el signo. Por ejemplo, al signar “*oir*” el punto de contacto sería la oreja (Ver Figura 2.11)
- **Movimiento** de todos los elementos corporales que intervengan en el signo.

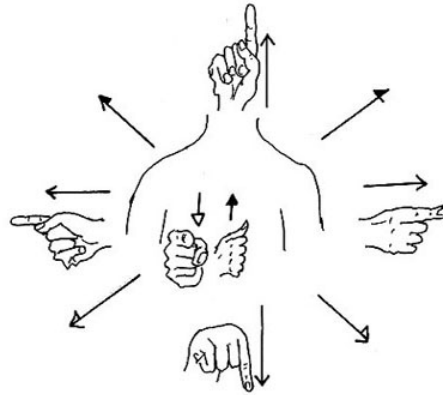


Figura 2.10: Representación de la orientación de las manos en Lengua de Signos



Figura 2.11: Signo “oir” en LSE del banco de imágenes ARASAAC

- **Componente no manual** del signo, que puede ser desde expresiones faciales hasta movimientos corporales del individuo.

2.3.2. Sintaxis de la Lengua de Signos Española

Las oraciones en la LSE no se estructuran igual que el lenguaje natural oral. Tiende a simplificar las frases para comunicar únicamente la información importante de la manera más sencilla posible.

La estructura básica de las oraciones se compone de sujeto-objeto-verbo,

aunque existen excepciones. Por ejemplo, en la oración “*Él come patatas*” en LSE se traduciría como “*Él patatas comer*”. Según se van incorporando elementos a las oraciones la estructura se va volviendo más compleja, siguiendo un orden temporal.

2.3.3. Morfología de la Lengua de Signos Española

En la lengua oral, los morfemas de género sirven principalmente para marcar la concordancia entre el sustantivo y el adjetivo. En la LSE esto no existe, ya que tanto los adjetivos como los sustantivos son palabras invariables y además, no existen los artículos. Los elementos inanimados no tienen género en la LSE, por lo que no es necesario signarlos, mientras que los elementos animados sí que precisan de distinción.

En la LSE no existe ni el género ni el número, es decir, las palabras son neutras. En caso de que se quiera hacer énfasis en el género de alguna palabra, al terminar de signar la palabra en cuestión se añaden los signos de “*hombre*” o de “*mujer*”, como podemos observar en la Figura 2.12 y en la Figura 2.13 respectivamente.



Figura 2.12: Signo “*hombre*” del banco de imágenes ARASAAC

En las Figuras 2.14 y 2.15 podemos observar cómo se añaden los signos “*hombre*” y “*mujer*” para marcar el género de las palabras “*abuela*” y “*abuelo*”.

Existen algunas excepciones, como el caso de los signos “*niño*” y “*niña*”, los cuales tienen su propio signo para definir el género de la palabra. Podemos verlos en la Figura 2.16 y en la figura 2.17 respectivamente.

Por otra parte, los morfemas de número en la LSE sirven únicamente



Figura 2.13: Signo “*mujer*” del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.14: Signo “*abuelo*” del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.15: Signo “*abuela*” del banco de imágenes ARASAAC

para expresar cantidad. Existen varias formas de expresar cantidad según la categoría gramatical de la palabra a la que acompañen:



Figura 2.16: Signo “niño” del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.17: Signo “niña” del banco de imágenes ARASAAC

■ **Sustantivos:**

- Si no queremos enfatizar el número o queremos expresar solo una unidad, se signa la palabra sin añadir nada a ella. Por ejemplo, la frase “*La puerta de la universidad es de color gris*” en LSE sería “*Universidad puerta color gris*”.
- Se pueden añadir palabras que expresen cantidad, como cuantificadores definidos, por ejemplo “*uno*”, cuyo signo podemos observar en la Figura 2.18, o cuantificadores indefinidos, por ejemplo “*muchos*”, cuyo signo podemos observar en la Figura 2.19.
- Se puede enfatizar la cantidad de un sustantivo mediante la expresión facial de la cual se puede distinguir si es mucha o poca la

cantidad a la que se quiere referir el emisor.

- También se puede mostrar una gran cantidad a través de la repetición del verbo que acompañe al objeto.



Figura 2.18: Signo “*uno*” del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.19: Signo “*muchos*” del banco de imágenes ARASAAC

- **Adjetivos:** no varían en cuanto a número.
- **Verbos:** el plural se realiza principalmente mediante la repetición del verbo y recae sobre el objeto. Ejemplo: “*Yo viajo a muchos sitios*” se repetiría el verbo viajar: “*Yo viajar viajar sitio*”.

2.3.4. Verbos de la Lengua de Signos Española

El verbo en la LSE (Fernández, 2008) presenta unos rasgos gramaticales propios que es necesario tener en cuenta. Se distinguen tres clases básicas:

- **Verbos planos:** Los verbos planos son aquellos cuyo signo no se modifica para marcar información complementaria, como por ejemplo el género, el número o a quién va dirigida la acción. Para añadir este tipo de información se añaden palabras independientes, como cuantificadores (uno, dos, etc), pronombres personales (yo, él, etc). Por ejemplo *Querer, Comer, Pensar, Conducir, etc.*

Podemos observar en la Figura 2.20 como el signo de la palabra “*Querer*” no aporta ningún tipo de información adicional por sí mismo.

- **Verbos de concordancia:** Los verbos de concordancia son aquellos que en la realización del propio signo se añade información adicional, como por ejemplo se puede añadir la información de a quién va dirigida la acción mediante la articulación del signo. Esto podemos observarlo en la Figura 2.21, que muestra el signo de la palabra “*ayudar*”, el cual termina señalando en el espacio a la persona a la que se está ayudando. Por ejemplo *Avisar, Ayudar, Contar, Cuidar, Responder, etc.*

- **Verbos espaciales:** Los verbos espaciales son aquellos que no necesitan un signo específico para expresar su significado, ya que indican la situación en el espacio de algo o alguien a través de la dirección y la velocidad con la que se realiza el signo. Al igual que en los verbos planos, se puede añadir información adicional como género o número a través de palabras independientes, como cuantificadores. Por ejemplo: “*Hay un ratón ahí*” se traduce como “*Ratón (Señalando el sitio)*”. Esto podemos observarlo en la Figura 2.22, en la que se muestra el signo de la palabra “*señalar*”.



Figura 2.20: Signo “*querer*” en LSE del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.21: Signo “*ayudar*” en LSE del banco de imágenes ARASAAC

2.4. Aplicaciones de Traducción de Texto a LSE

Dentro de la lengua de signos, la variedad de recursos y aplicaciones orientadas a la integración social de las personas con discapacidad auditiva ha ido aumentando con el paso del tiempo.

En esta sección se presentan aplicaciones similares a nuestro proyecto que son capaces de traducir de texto a LSE.

2.4.1. Text2Sign

Text2Sign⁸ es una aplicación tanto web como móvil gratuita con la que se puede enviar un texto en formato PDF, imagen o word, el cual es asigna-

⁸Para más información, visitar la web oficial de Text2Sign <http://text2sign.es/>



Figura 2.22: Signo “señalar” en LSE del banco de imágenes ARASAAC

do a un equipo de intérpretes que se encarga de traducirlo a la Lengua de Signos Española y subir la traducción en video a través de la plataforma. Es un servicio que no es inmediato, ya que tarda entre 24 y 72 horas y limita la longitud de los textos a una o dos páginas. (Ver Figura 2.23)



Figura 2.23: Imagen de la aplicación Text2Sign.

2.4.2. TextSign

TextSign⁹ es una herramienta software que funciona en páginas web, asistentes virtuales y dispositivos móviles que traduce en tiempo real un texto o video a la Lengua de Signos Española mediante un intérprete visual llamado Maya. El uso de esta herramienta es bajo una licencia de pago la cual hacen

⁹Para más información, visitar la web oficial de TextSign <http://textosign.es/>

uso de ella La Caixa, las principales estaciones de tren, Inturjoven y otras diversas entidades. (Ver Figura 2.24)



Figura 2.24: Imagen de la aplicación TextSign.

2.4.3. Signslator

Signslator¹⁰ es una aplicación web y móvil que es capaz de traducir un texto a la Lengua de Signos Española en tiempo real mediante un intérprete virtual. Es un servicio gratuito pero actualmente no está en funcionamiento y no se puede disfrutar de su uso ya que la aplicación móvil no existe y la web no traduce ningún texto. (Ver Figura 2.25)

2.4.4. StorySign

StorySign¹¹ es una aplicación para android gratuita desarrollada por Huawei, que traduce en tiempo real una selección de cuentos infantiles a diferentes Lenguas de Signos como la española, italiana, francesa, inglesa etc. Para utilizarla es necesario abrir la aplicación y sostener el móvil encima del libro físico (especialmente diseñado para esta aplicación) y un avatar llamado Star interpreta el cuento en Lengua de Signos mientras la aplicación resalta cada palabra que Star interpreta. (Ver Figura 2.26)

¹⁰Para más información, visitar la web oficial de Signslator <http://signslator.com/>

¹¹Para más información, visitar la web oficial de StorySign <https://play.google.com/>

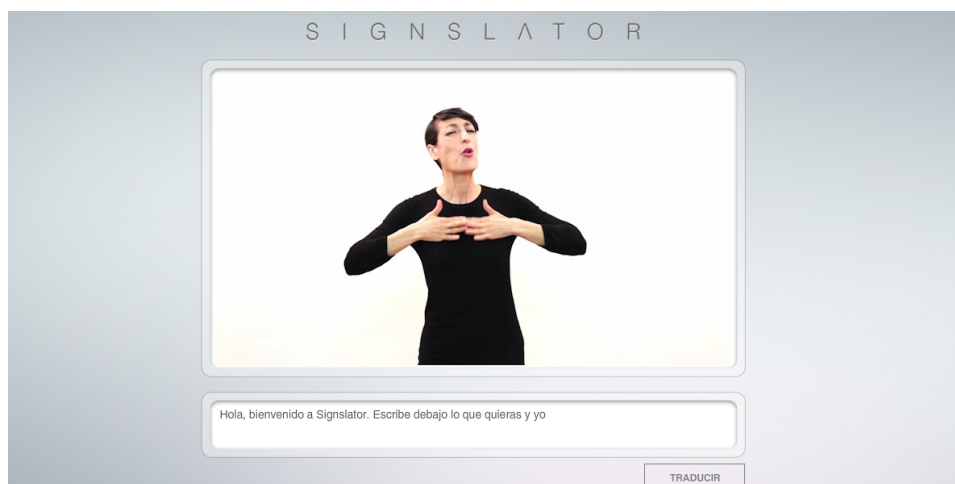


Figura 2.25: Imagen de la aplicación Signlator.

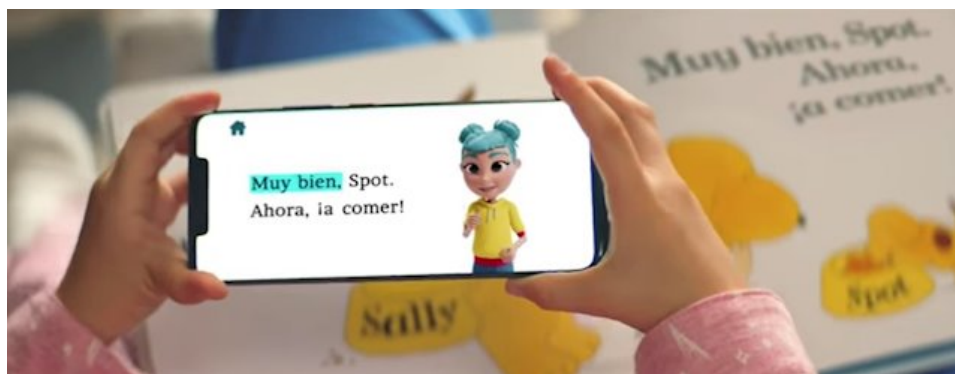


Figura 2.26: Imagen de la aplicación StorySign.

2.4.5. TeCuento

TeCuento¹² es una aplicación android gratuita que contiene diversos cuentos que se reproducen en video, en el que se muestran los subtítulos y la Lengua de Signos Española. No se traduce en el momento, son videos previamente grabados por personas físicas dando también la opción de poder escribir tu propio cuento y que lo traduzcan a LSE. (Ver Figura 2.27)

2.4.6. Conclusiones

Como se ha podido comprobar existe un abanico amplio de aplicaciones que son capaces de traducir texto a LSE que se asemejan al objetivo que queremos alcanzar en este proyecto.

¹²Para más información, visitar la web oficial de TeCuento <https://play.google.com/>



Figura 2.27: Imagen de la aplicación TeCuento.

Estas herramientas en su mayoría cumplen el propósito de facilitar el uso de la Lengua de Signos a las personas que quieran comunicarse con ella. No obstante, presentan algunas limitaciones como licencias de pago, tiempo de respuesta lento, poca versatilidad a la hora de generar frases debido a que estas se ciñen a un diccionario predefinido, disponibilidad en un solo tipo de dispositivo e incluso algunas están fuera de servicio.

Nuestro proyecto Tex2LSE pretende solventar muchas de estas limitaciones proporcionando una aplicación web gratuita que sea accesible desde cualquier dispositivo ya sea web o móvil y ofrezca una traducción al instante de cualquier frase o palabra a LSE.

2.5. Servicios Web

Según el W3C (World Wide Consortium) (Booth, Haas, McCabe, Newcomer, Michael, Ferris y Orchard, 2004) un servicio web es un sistema software diseñado para soportar interacciones entre sistemas a través de la red. Proporcionan una forma estándar de interoperar entre aplicaciones software que se pueden ejecutar en diferentes plataformas, soportando aplicaciones desarrolladas en distintos lenguajes de programación.

Muchos de los servicios web están basados en la arquitectura SOA (Ser-

vice Oriented Architecture). Es un estilo arquitectónico para la construcción de aplicaciones software en base a servicios disponibles los cuales interactúan entre sí y se pueden combinar obteniendo nuevos servicios con más funcionalidades.

A continuación se habla de los dos tipos de servicios web más utilizados en la actualidad.

2.5.1. Servicios Web SOAP

Un Servicio Web SOAP¹³ es un servicio web cuyo propósito es que las aplicaciones implementadas en diferentes plataformas y lenguajes de programación sean capaces de intercambiar datos de una forma más sencilla. Para que un servicio web SOAP funcione correctamente es necesario el uso de una serie de componentes (Ver Figura 2.28):

- **SOAP (Simple Object Access Protocol):** Es el protocolo en el cual se basa este tipo de servicios web escrito en XML el cual permite el intercambio de información entre aplicaciones. El mensaje se codifica como un documento XML que consta de un elemento <Envelope> que hace referencia a la raíz de cada mensaje y este a su vez incorpora una cabecera opcional <Header> y un cuerpo <Body> obligatorio. La primera es utilizada para pasar información de la aplicación y la segunda contiene la información dirigida al destinatario final del mensaje. Dentro del Cuerpo está el subelemento <Fault> que sirve para la notificación de errores.
- **HTTP (Hypertext Transfer Protocol):** Funciona por lo general con el protocolo HTTP aunque no está limitado a este, si no que puede ser enviado por otros tipos de protocolos diferentes como TCP, POP3, etc.
- **WSDL (Web Services Description Language):** es un lenguaje de descripción de interfaces basado en XML que indican de forma precisa qué llamadas se pueden hacer a un servidor SOAP y que tipo de respuesta esperar. Un programa cliente que se conecta a un servicio web puede leer el WSDL para determinar qué funciones están disponibles en el servicio y de cómo utilizarlo.

¹³Para más información, visitar la web https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSMKHH_9.0.0/com.ibm.etools.mft.doc/ac55710_.html

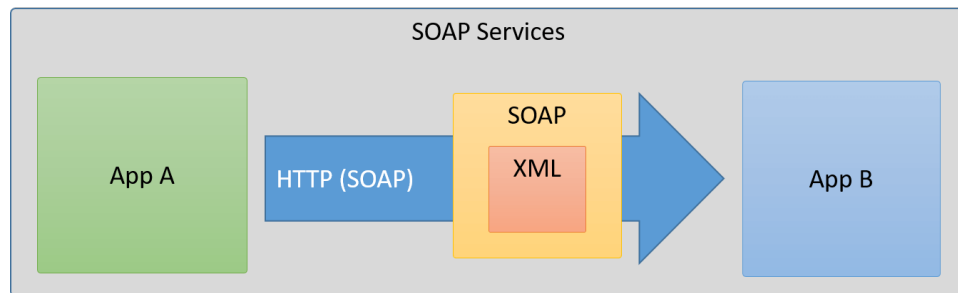


Figura 2.28: Imagen la estructura de una API SOAP

2.5.2. Servicios Web REST

Un Servicio Web REST¹⁴ es una interfaz para conectar varios servicios web basados en el protocolo HTTP que define una gran cantidad de métodos como son GET, POST, PUT y DELETE entre otros, los cuales pueden ser usados en diferentes circunstancias devolviendo los datos en distintos formatos como XML y JSON (Ver Figura 2.29).

Rest tiene como peculiaridad que es un servicio sin estado, es decir, que por cada petición que recibe el servidor, los datos se pierden ya que no es necesario mantener sesiones. Esto permite un uso más eficiente de la memoria y una mayor escalabilidad permitiendo separar el cliente del servidor facilitando que las distintas partes de un proyecto se puedan realizar de manera más independiente.

Los objetos son manipulados a través de una URI (Uniform Resource Identifier) haciendo de identificador único de cada recurso del sistema REST. Esto junto con los métodos del protocolo HTTP hace posible la transferencia de datos en el sistema aplicando operaciones concretas sobre un recurso determinado. Un ejemplo de URI es Text2LSE¹⁵

2.6. Procesamiento del Lenguaje Natural

El procesamiento del lenguaje natural conocido como PLN (Cortez Vásquez, Vega Huerta y Pariona Quispe, 2009) es un campo dentro de la inteligencia artificial y la lingüística aplicada que analizan el lenguaje humano, lo interpretan y le dan significado para que pueda ser utilizado por una máquina de manera práctica.

¹⁴Para más información, visitar la web <https://openwebinars.net/blog/que-es-rest-conoce-su-potencia/>

¹⁵Para más información, visitar la web oficial de Text2LSE <http://www.Text2LSE.es/Videos/>

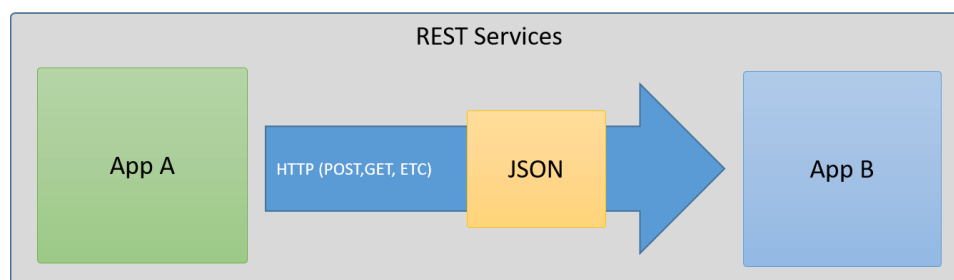


Figura 2.29: Imagen la estructura de una API REST

Su evolución en los últimos años ha ido creciendo de forma exponencial debido a la gran cantidad de volúmenes de datos, la capacidad computacional actual y los avances en la algoritmia. Sus aplicaciones son muy variadas ya que su alcance es muy grande ya sea desde traducción automática y chatbots hasta asistentes virtuales como Alexa y Siri.

2.6.1. Estructura del procesamiento del lenguaje natural

Para que una máquina sea capaz de entender y procesar el lenguaje natural, es necesario analizar la estructura de dicho lenguaje, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- **Nivel Fonológico:** se encarga de analizar cómo las palabras se relacionan con los sonidos que representan.
- **Nivel Morfológico:** trata de cómo las palabras se construyen a partir de unas unidades de significado más pequeñas llamadas morfemas.
- **Nivel Sintáctico:** Es el encargado de cómo se pueden unir las palabras para formar oraciones.
- **Nivel Semántico:** estudio del significado de las expresiones del lenguaje y de cómo los significados de las palabras se unen para dar sentido a una oración.
- **Nivel Pragmático:** trata de cómo las oraciones se usan en distintas situaciones y de cómo el uso afecta al significado de las oraciones.

2.6.2. Técnicas de PLN

El procesamiento del lenguaje natural consta de distintas etapas, las cuales suelen variar de acuerdo al estudio que se va a realizar (Orellana Cordero y Trujillo Orellana, 2018).

- **Tokenización:** Es una técnica muy utilizada dentro del PLN ya que permite la división del texto en palabras o frases, delimitándolas por medio de caracteres especiales como puntos o comas.
- **Etiquetado gramatical:** El etiquetado gramatical permite asignar a cada palabra del texto una categoría gramatical (sustantivo, adjetivo, verbo, etc).
- **Entidades Nombradas:** Permite extraer y clasificar conjuntos de palabras en categorías predefinidas como personas, lugares, organizaciones, etc.
- **Chunking:** Permite extraer conjuntos de palabras para que no pierdan el significado que forman entre ellas. Un ejemplo sería “El libro electrónico” en vez de separarlo en tokens lo separaría por grupos “el ” y “libro electrónico”.

2.6.3. Herramientas PLN

El proceso del lenguaje natural se ha ido desarrollando durante años y con él se han conseguido crear herramientas mediante distintos lenguajes de programación que facilitan su uso. Podemos ver la comparativa de las principales herramientas en la Figura 2.30)

2.6.3.1. Spacy

Spacy¹⁶ es una librería de código abierto para realizar procesamiento de lenguaje natural en Python. Está diseñada específicamente para uso en producción lo que permite el desarrollo de aplicaciones que sean capaces de procesar y entender grandes volúmenes de texto. Actualmente es considerada una de las mejores para el PLN ya que proporciona modelos en nueve idiomas distintos en los cuales está incluido el español y destaca por su rapidez y precisión a la hora de realizar análisis sintácticos comparado con otras librerías del mercado.

¹⁶Para más información, visitar la web oficial de Spacy <https://spacy.io/>

2.6.3.2. NLTK

Natural Language ToolKit (NLTK)¹⁷ es una librería dedicada al análisis del lenguaje natural bajo el lenguaje de programación Python. En la actualidad incluye utilidades para más de 10 idiomas y fue creada por académicos e investigadores como una herramienta para crear funciones complejas de PLN. Esta biblioteca es muy útil cuando se quiere construir un modelo desde cero ya que proporciona acceso a muchos algoritmos y facilita el uso de algoritmos propios.

ABSOLUTO (MS POR DOCUMENTO)			RELATIVO (A SPACY)			
SISTEMA	TOKENIZAR	ETIQUETA	ANALIZAR GRAMATICALMENTE	TOKENIZAR	ETIQUETA	ANALIZAR GRAMATICALMENTE
spacy	0.2ms	1 ms	19ms	1x	1x	1x
CoreNLP	0,18 ms	10ms	49ms	0.9x	10x	2.6x
ZPar	1 ms	8ms	850ms	5x	8x	44,7x
NLTK	4 ms	443 ms	n/a	20x	443x	n/a

Figura 2.30: Comparativa de rendimiento de herramientas de PLN.

2.6.3.3. FreeLing

FreeLing¹⁸ es una herramienta PLN de código abierto bajo el lenguaje de programación C++ que ha sido desarrollada por la Universidad Politécnica de Cataluña. La biblioteca permite realizar distintas funcionalidades del procesamiento del lenguaje como análisis morfológico, detección de entidades con nombres, etiquetado POS, etc (ref técnicas PNL) para una gran variedad de idiomas.

Los desarrolladores pueden usar los recursos por defecto de FreeLing, ampliarlos, adaptarlos a dominios particulares e incluso desarrollar otros nuevos para idiomas específicos o necesidades particulares. Además ha sido utilizada en varios proyectos industriales el cual cabe destacar “Text2Sign”, el cual describimos en el apartado de Aplicaciones de Traducción a LSE.

2.6.3.4. Conclusiones

Una vez analizada la posibilidad de usar una u otra se ha llegado a la conclusión de que Spacy es la herramienta adecuada ya que proporciona un

¹⁷Para más información, visitar la web oficial de NLTK <https://www.nltk.org/>

¹⁸Para más información, visitar la web oficial de FreeLing <http://nlp.lsi.upc.edu/freeling/index.php/node/1>

análisis más rápido y preciso que cualquier otra biblioteca y es muy sencilla de manejar gracias a su manual de uso.

Bibliografía

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

Miguel de Cervantes Saavedra

ARASAAC. Qué son los SAAC. Disponible en <http://www.arasaac.org/aac.php>. Informe técnico, ARASAAC, 2019.

BOOTH, D., HAAS, H., MCCABE, F., NEWCOMER, E., MICHAEL, I., FERRIS, C. y ORCHARD, D. Web services architecture. Disponible en <https://www.w3.org/TR/ws-arch/>. Informe técnico, W3C, 2004.

CORTEZ VÁSQUEZ, M. A., VEGA HUERTA, H. y PARIONA QUISPE, J. Procesamiento de lenguaje natural. *Revista de Ingeniería de Sistemas e Informática*, 2009.

DISCAPNET. Discapacidad auditiva. Disponible en <https://www.discapnet.es/areas-tematicas/salud/discapacidades/auditivas/discapacidad-auditiva>. Informe técnico, Discapnet, 2019.

FERNÁNDEZ, A. *La cantidad a manos llenas. La expresión de la cuantificación en la Lengua de Signos Española*. Fundación CNSE, 2008.

MUÑOZ, F., PEIDRO, A., MUÑOZ, I., MOREALES, E., PÉREZ, C., REIGOSA, C., BLANCO, E., BOBILLO, N., FREIRE, C., MALLO, B., PREGO, G., JUSTO, M., NOGUEIRA, R., VALDEMORO, L., AMATE, M., GIMÉNEZ, A., PARKHUST, S., PARHUST, D., MORENO, A., PINEDO, P. y RODRÍGUES, A. *Apuntes de Lingüística de la Lengua de Signos Española*. Fundación CNSE, 2002.

ORELLANA CORDERO, M. y TRUJILLO ORELLANA, A. A. Evaluación de técnicas de procesamiento de lenguaje natural para textos cortos en lenguaje español. 2018.

TORRES, S. *Sistemas alternativos de comunicación*. Ed. Aljibe, 2001.

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

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

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

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

