
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

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. Objetivos	2
1.3. Estructura del documento	3
2. Estado del Arte	5
2.1. La discapacidad auditiva	5
2.2. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC)	6
2.2.1. ARASAAC	9
2.2.2. Banco de imágenes Fundacion CNSE	11
2.2.3. SpreadTheSign	12
2.3. La Lengua de Signos	12
2.3.1. Fonología de la Lengua de Signos Española	14
2.3.2. Sintaxis de la Lengua de Signos Española	16
2.3.3. Morfología de la Lengua de Signos Española	16
2.3.4. Verbos de la Lengua de Signos Española	19
2.4. Aplicaciones de Traducción de Texto a LSE	22
2.4.1. Text2Sign	22
2.4.2. TextSign	22
2.4.3. StorySign	23
2.4.4. TeCuento	23
2.4.5. Conclusiones	23
2.5. Servicios Web	24
2.5.1. Servicios Web SOAP	25
2.5.2. Servicios Web REST	25
2.5.3. Ventajas de Servicios Web	26
2.5.4. Desventajas de Servicios Web	26

2.6. Procesamiento del Lenguaje Natural	27
2.6.1. Estructura del procesamiento del lenguaje natural . .	27
2.6.2. Técnicas de PLN	28
2.6.3. Herramientas PLN	28
3. Herramientas utilizadas	31
3.1. Flask	31

Índice de figuras

2.1. Representación de Sistema Braille	8
2.2. Representación de Sistemas Pictográficos	9
2.3. Pictograma “coche” del banco de imágenes ARASAAC	10
2.4. Signo “hola” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	10
2.5. Recursos LSE de la Fundación CNSE	11
2.6. Imagen de la página web SpreadTheSign	12
2.7. Representación de la configuración de la mano en Lengua de Signos	14
2.8. Representación de la orientación de las manos en Lengua de Signos	15
2.9. Signo “oir” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	15
2.10. Signo “hombre” del banco de imágenes ARASAAC	17
2.11. Signo “mujer” del banco de imágenes ARASAAC	17
2.12. Signo “abuelo” del banco de imágenes ARASAAC	17
2.13. Signo “abuela” del banco de imágenes ARASAAC	18
2.14. Signo “niño” del banco de imágenes ARASAAC	18
2.15. Signo “niña” del banco de imágenes ARASAAC	18
2.16. Signo “uno” del banco de imágenes ARASAAC	19
2.17. Signo “muchos” del banco de imágenes ARASAAC	20
2.18. Signo “querer” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	21
2.19. Signo “ayudar” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	21
2.20. Signo “señalar” en LSE del banco de imágenes ARASAAC	21
2.21. Maya, avatar usado por TextSign.	22
2.22. Imagen de la aplicación StorySign.	23
2.23. Imagen de la aplicación TeCuento.	24

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 la sección 1.1 de este capítulo se explicará la motivación que hay detrás de este TFG, en la 2.2 los objetivos que nos marcamos al comienzo del proyecto, y en la 1.3 se detallará la estructura que sigue el presente 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 % de la población total (alrededor de un millón de personas) sufre algún tipo de discapacidad auditiva. Las personas con discapacidad auditiva 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). 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).

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 audición y la lengua oral. Esto se debe a que en muchas ocasiones el audio es el único canal para comunicar información, ya sea en películas, informativos, conversaciones cotidianas, actividades educativas, megafonía o vídeos. 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 distraen y se procesan de manera más lenta que la LS, que al ser ideográfica permite representar conceptos comunes con un solo gesto, permitiendo así expresar y asimilar información más rápidamente.

Contar con una herramienta capaz de traducir el texto a lengua de signos ofrecería la posibilidad de introducir la LS a cualquier audio que disponga de subtítulos, e incluso de traducir directamente cualquier audio mediante el apoyo de herramientas speech to text, lo que resultaría de gran ayuda para las personas con discapacidad auditiva.

1.2. Objetivos

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

La aplicación creada permitirá incorporar la LSE a cualquier material audiovisual de manera sencilla, y además servirá de apoyo a las personas en proceso de aprendizaje de la LSE. Su diseño estará centrado en el usuario. Para ello, se debe conocer y comprender las necesidades, limitaciones, comportamiento y características de los potenciales usuarios. Estará basada en la arquitectura orientada a servicios 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 nuestros conocimientos y competencias.

1.3. Estructura del documento

Se ha organizado la memoria del proyecto de la siguiente manera: COMPLETAR

- **Capítulo 1:** en este capítulo se explica la motivación que hay detrás de este proyecto y los objetivos del mismo. Además se incluye una sección con la estructura por capítulos del presente documento, junto con una breve descripción de cada apartado.
- **Capítulo 2:**
- **Capítulo 3:**

Capítulo 2

Estado del Arte

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

Mahatma Gandhi

En la sección 2.1 de este capítulo se introducen los tipos y características más importantes de la discapacidad auditiva. En la sección 2.2 se presentan las distintas vías de comunicación alternativa que utilizan las personas con discapacidad auditiva para relacionarse. A continuación, en la sección 2.3 se da una explicación detallada de qué es la Lengua de Signos y por qué es la vía de comunicación más usada por este colectivo. Posteriormente, en la sección 2.4 se muestran las soluciones de accesibilidad digital que existen para personas con esta discapacidad, así como tecnologías ya desarrolladas similares a la aplicación que se ha desarrollado en este TFG. En la sección 2.5 se explican los distintos tipos de servicios web y por último, en la 2.6 se dan detalles sobre el procesamiento de lenguaje natural (PLN).

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. Existen distintas clasificaciones (?):

1. Según el grado de pérdida de 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.

Muchas personas con discapacidad auditiva necesitan apoyar la comunicación oral con Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC). En la siguiente sección se profundizará en estos métodos de comunicación y se explicarán con detalle los tipos que más se utilizan.

2.2. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC)

Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC) (?) 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:

- **SAACs gestuales (?)**: No se apoya en ningún soporte físico (libros, dispositivos tecnológicos, etc), sino que se usa el propio cuerpo. 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 (LS)**: 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.
- **SAACs gráficos:** Se apoyan en un soporte físico que varía según las necesidades del individuo. Algunos ejemplos son:
 - **Braille:** es un sistema de lectura y escritura táctil que utilizan las personas con discapacidad visual o cieguera para poder escribir y leer *textos*, libros y documentos. (En la Figura 2.1 se muestra el abecedario en Braille.)

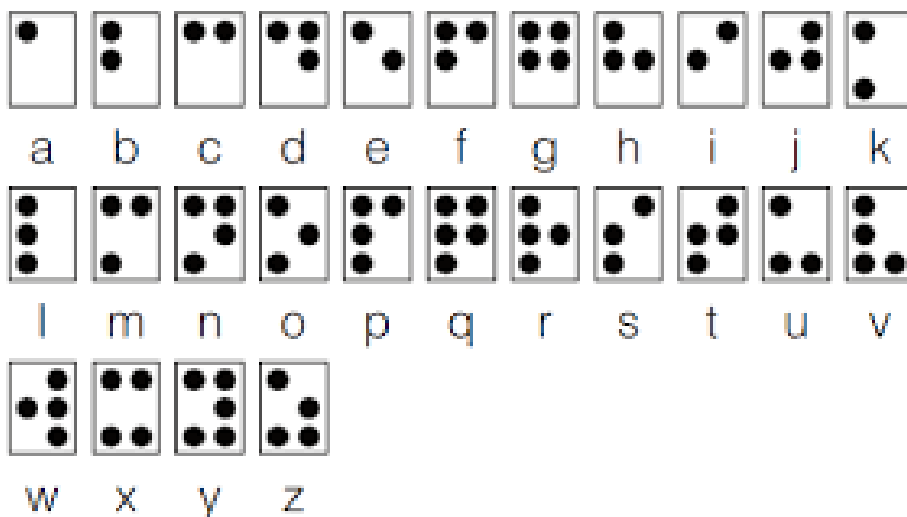


Figura 2.1: Representación de Sistema Braille

- **Pictogramas:** sistema que utiliza dibujos simples o símbolos para comunicarse de forma sencilla. Los símbolos son diseñados con el fin de representar las palabras y conceptos de uso más común. Existen diversos sistemas pictográficos, como por ejemplo MIC o ARASAAC, cuyos pictogramas son los más utilizados en España. (En la figura 2.2 se muestra la representación de varios elementos comunes mediante pictogramas.)

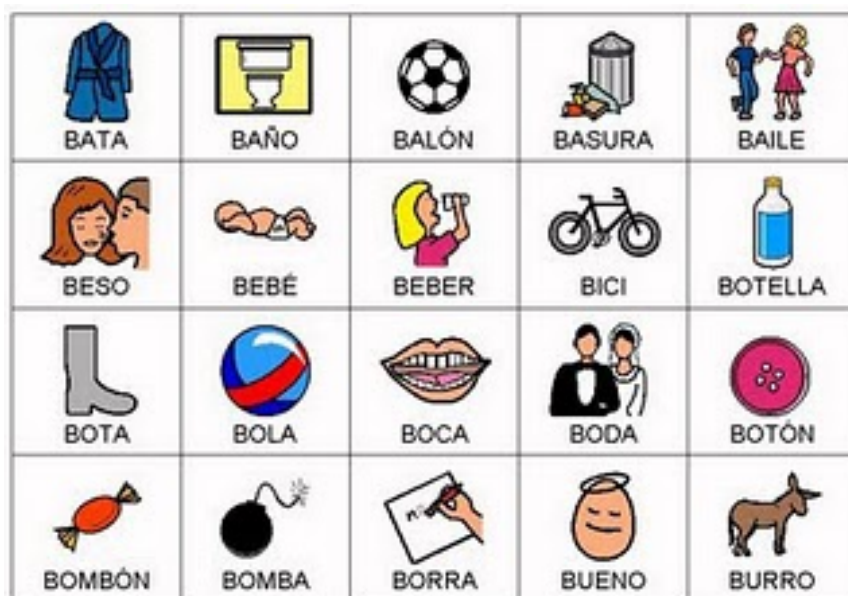


Figura 2.2: Representación de Sistemas Pictográficos

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. Tiene como objetivo la creación de un sistema pictográfico de comunicación y un conjunto de herramientas de libre distribución. Estos recursos facilitan la accesibilidad de carácter comunicativo y cognitivo en diversos ámbitos de la vida a todas las personas que lo puedan requerir. ARASAAC proporciona 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. En la Figura 2.3 se muestra el pictograma de ARASAAC para la palabra “coche” y en la Figura 2.4 se muestra el signo “hola” en LSE. Este contenido está disponible como contenido descargable con licencia Creative Commons, es decir, se puede usar libremente sin ánimo de lucro.

ARASAAC ofrece una API² (Interfaz de Programación de Aplicaciones) a través de la cual se pueden obtener sus pictogramas y los materiales generados con sus pictogramas a través de llamadas a los métodos de dicha API. Para obtener sus recursos correspondientes a la LSE es necesario descargarlos a través del apartado de descargas de su página web³.

¹<http://www.arasaac.org/>

²<https://beta.arasaac.org/developers/api>

³<http://www.arasaac.org/descargas.php>



Figura 2.3: Pictograma “*coche*” del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.4: Signo “*hola*” en LSE del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.5: Recursos LSE de la Fundación CNSE

2.2.2. Banco de imágenes Fundación CNSE

La Confederación Estatal de Personas Sordas (CNSE)⁴ 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.

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 y 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 imágenes⁵ (ver Figura 2.5) 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.

⁴<http://www.fundacioncnse.org/>

⁵<http://www.fundacioncnse.org/educa/bancolse/>



Figura 2.6: Imagen de la página web SpreadTheSign

2.2.3. SpreadTheSign

SpreadTheSign⁶ es un diccionario online administrado por el Centro Europeo de Lenguas de Signos, que cuenta con más de 400.000 signos en vídeo (ver Figura 2.6) de diferentes Lenguas de Signos como la española, estadounidense o alemana, entre muchas otras, así como de un alfabeto dactilológico para cada una de ellas y frases previamente almacenadas. Es una herramienta de autoaprendizaje gratuita, accesible a través de su página web y desde su aplicación para Android⁷ e IOS⁸, aunque ninguna de estas aplicaciones permite la descarga de contenido.

2.3. La Lengua de Signos

La Lengua de Signos (LS) es una lengua natural que, al ser gestual, se puede utilizar como un SAAC gestual para las personas sordas. Esta lengua 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

⁶<https://www.spreadthesign.com/es.es/search/>

⁷https://play.google.com/store/apps/details?id=com.spreadthesign.androidapp_paid&hl=es

⁸<https://apps.apple.com/ni/app/spreadthesign/id438811366>

decir, no necesita apoyo de ningún sistema de información (imágenes, pictogramas). 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), tienen 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)⁹. 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). La LSE, 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.

⁹<https://www.ine.es/>

2.3.1. Fonología de la Lengua de Signos Española

La fonología (?), en lo relativo a la LSE, se refiere al estudio de la estructura y organización interna de los signos.

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

- **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 (tal y como se muestra en la figura 2.7)



Figura 2.7: 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 2.19, van acompañados de dirección para indicar a qué persona se refiere el emisor. En la Figura 2.8 se muestran las distintas direcciones que pueden acompañar a los gestos.
- **Lugar de articulación** del signo, es decir, el espacio en el que se realiza el movimiento. Puede ser ante el pecho, el hombro, la frente o los labios, entre otros.
- **Plano** en el que se realiza el signo, es decir, la distancia de realización del signo con respecto al cuerpo del individuo. Sirve para indicar el

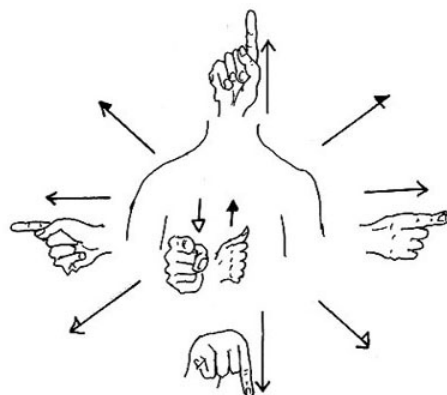


Figura 2.8: Representación de la orientación de las manos en Lengua de Signos

tiempo verbal de los gestos. Los gestos signados más cerca del cuerpo indican pasado y lo más alejados futuro.

- **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, tal y como se muestra en la Figura 2.9.



Figura 2.9: Signo “*oir*” en LSE del banco de imágenes ARASAAC

- **Movimiento** de las manos al realizar un signo. Puede ser giratorio, vaivén o quebrado. COMPLETAR
- **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 en el Castellano. La LSE es una lengua analítica, es decir, la estructura de las oraciones es muy simple, tendiendo a simplificar las frases para comunicar la información de la manera más concisa posible, al igual que lenguas como Japonés o Alemán.

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, es decir, las acciones se nombran en el orden en el que suceden. Por ejemplo, la oración “*Después de comer me fui a dormir*”, se traduciría a LSE como “*Yo comer fin dormir ir*”, indicando que primero se realizó la acción de comer y después la acción de irse a dormir.

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 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*” (Figura 2.10) o de “*mujer*” (Figura 2.11).

En las Figuras 2.12 y 2.13 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 para “*niño*” y “*niña*”, los cuales tienen su propio signo para definir el género de la palabra. Podemos verlos en la Figura 2.14 y en la figura 2.15 respectivamente.

Por otra parte, los morfemas de número en la LSE sirven únicamente para expresar cantidad. Existen varias formas de expresar cantidad según la categoría gramatical de la palabra a la que acompañen:

- **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



Figura 2.10: Signo “*hombre*” del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.11: Signo “*mujer*” del banco de imágenes ARASAAC



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



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



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



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



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

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 2.16, o cuantificadores indefinidos, por ejemplo “*muchos*”, cuyo signo podemos observar en la Figura 2.17.
 - 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. Por ejemplo, en la Figura 2.17 aparece una intérprete realizando el signo “*muchos*”. En ella podemos observar el gesto facial indicando una gran cantidad. Esta gesticulación puede sustituir al propio signo “*muchos*” en una oración si se realiza mientras se signa la oración.
-
- **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 (?) presenta unos rasgos gramaticales propios que es necesario tener en cuenta. Se distinguen tres clases básicas de verbos en LSE:



Figura 2.17: Signo “*muchos*” del banco de imágenes ARASAAC

- **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 2.18 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, a quién va dirigida la acción mediante la articulación del signo. Esto podemos observarlo en la Figura 2.19, que muestra el signo de la palabra “*ayudar*”, el cual termina señalando en el espacio a la persona a la que se está ayudando. Algunos ejemplos de verbos de concordancia son: *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 2.20, en la que se muestra el signo de la palabra “*señalar*”.



Figura 2.18: Signo “*querer*” en LSE del banco de imágenes ARASAAC



Figura 2.19: Signo “*ayudar*” en LSE del banco de imágenes ARASAAC



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

2.4. Aplicaciones de Traducción de Texto a LSE

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 con un objetivo similar al de nuestro TFG cuyo propósito es ayudar en la integración de las personas que sufren de discapacidad auditiva.

2.4.1. Text2Sign

Text2Sign¹⁰ es una aplicación tanto web como móvil gratuita que permite enviar un texto en formato PDF, imagen o Word a un equipo de intérpretes que se encarga de traducirlo a la LSE. Una vez realizada la traducción se puede descargar a través de la plataforma entre un periodo de 24 y 72 horas dependiendo de la longitud del texto ya que no es un servicio instantáneo y está limitado a una o dos páginas.

2.4.2. TextSign

TextSign¹¹ es una herramienta software que funciona en páginas web, asistentes virtuales y dispositivos móviles que traduce en tiempo real un texto a la Lengua de Signos Española mediante un intérprete visual llamado Maya. Se trata de herramienta de pago y es utilizada hoy en día por La caixa, Adif, Inturjovent y otras diversas entidades.



Figura 2.21: Maya, avatar usado por TextSign.

¹⁰Web oficial de Text2Sign <http://text2sign.es/>

¹¹Web oficial de TextSign <http://textosign.es/>

2.4.3. StorySign

StorySign¹² 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 o inglesa. 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 como podemos ver en la figura 2.22.

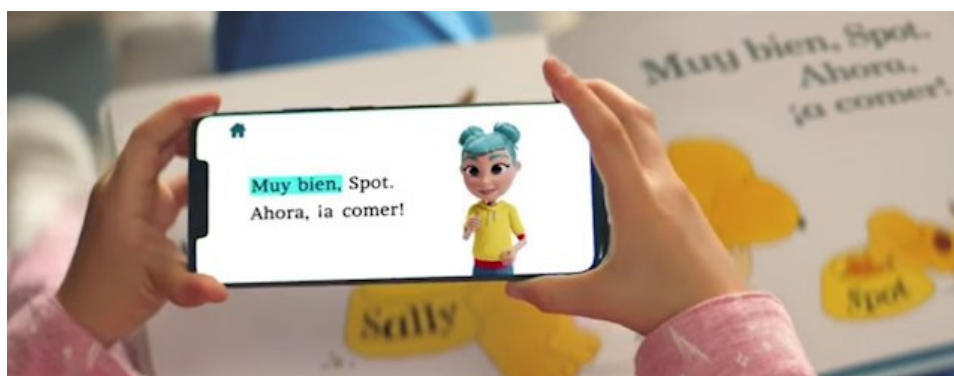


Figura 2.22: Imagen de la aplicación StorySign.

2.4.4. TeCuento

TeCuento¹³ es una aplicación Android gratuita que contiene diversos cuentos que se reproducen en video con subtítulos y LSE como podemos apreciar en la figura 2.23. 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.

2.4.5. Conclusiones

Como se ha podido comprobar existe un abanico amplio de aplicaciones que son capaces de traducir texto a LSE.

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 o disponibilidad en un solo tipo de dispositivo.

¹²Web oficial de StorySign <https://play.google.com/>

¹³Web oficial de TeCuento <https://play.google.com/>



Figura 2.23: Imagen de la aplicación TeCuento.

Nuestro proyecto TextoLSE pretende solventar muchas de estas limitaciones proporcionando una aplicación gratuita que sea accesible desde cualquier dispositivo ya sea web o móvil, ofreciendo una traducción al instante de cualquier frase o palabra a LSE y la posibilidad de integrarse mediante servicios web en aplicaciones que requieran su uso.

2.5. Servicios Web

Según el W3C (World Wide Consortium) 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 (Service 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.

Los dos tipos de servicios web más utilizados en la actualidad son: Servicios Web SOAP y Servicios Web REST

2.5.1. Servicios Web SOAP

Los Servicios Web SOAP¹⁴ son un tipo de servicios 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.

Está basado en el protocolo SOAP (Simple Object Access Protocol) basado en el lenguaje 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 *<Body>* está el subelemento *<Fault>* que sirve para la notificación de errores.

Funciona por lo general con el protocolo HTTP, sin embargo no está limitado solo a este protocolo, si no que puede ser enviado por otros tipos de protocolos diferentes como TCP o POP3.

Para poder acceder al servicio web se necesita saber donde está ubicado y cuales son las funcionalidades del servicio. Para ello se utiliza el lenguaje de descripción WSDL (Web Services Description Language) el cual está basado en XML y permite especificar a los clientes qué llamadas se pueden hacer a un servidor SOAP y que tipo de respuesta esperar.

A pesar de tener el archivo WSDL es necesario saber dónde está toda esta información. Para ello disponemos del UDDI (Universal Description, Discovery and Integration Directory) que es un estándar basado en XML que actúa como repositorio donde se puede acudir a realizar búsquedas de Servicios Web específicos.

2.5.2. Servicios Web REST

Un Servicio Web REST¹⁵ 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.

¹⁴Web https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSMKHH_9.0.0/com.ibm.etools.mft.doc/ac55710_.html

¹⁵Web <https://openwebinars.net/blog/que-es-rest-conoce-su-potencia/>

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.

2.5.3. Ventajas de Servicios Web

Las principales ventajas de los servicios web son ¹⁶:

- Permiten una mayor operabilidad entre las aplicaciones software sin importar sus propiedades ni la plataforma en la que estén instalados.
- Los servicios Web fomentan los estándares y protocolos basados en texto, que hacen más fácil acceder a su contenido y entender su funcionamiento.
- Permiten y facilitan que software y servicios de diferentes compañías se puedan combinar formando un servicio funcional.

2.5.4. Desventajas de Servicios Web

Las principales desventajas de los servicios web son ¹⁷:

- Las transacciones en este tipo de servicios están mucho menos desarrolladas que otros estándares abiertos.
- Su rendimiento es bajo si se compara con otros modelos de computación distribuida.
- Al estar muy ligados con HTTP, las medidas de seguridad que tratan de bloquear la comunicación entre programas se pueden burlar fácilmente.
- Existe poca información de servicios web para algunos lenguajes de programación.

¹⁶Web <https://sites.google.com/site/preyectedetics/home/servicios-web>

¹⁷Web <https://sistemas3.wordpress.com/2007/06/14/web-services/>

2.6. Procesamiento del Lenguaje Natural

El Procesamiento del Lenguaje Natural conocido como PLN 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.

Su evolución en los últimos años ha ido creciendo de forma exponencial debido a la capacidad computacional de la que disponemos hoy en día y los avances realizados en la algoritmia. Sus aplicaciones son muy variadas ya sea desde traducción automática y chatbots hasta asistentes virtuales como Alexa de Amazon y Siri de Apple.

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.

Un ejemplo sería morfema de género: *Chic-o (masculino)* y *Chic-a (femenino)*.

- **Nivel Sintáctico:** es el encargado de cómo se pueden unir las palabras para formar oraciones sintácticamente correctas donde el orden de las palabras es el necesario para que se establezca la comunicación.

Un ejemplo sería la concordancia entre sujeto y verbo ya que estos comparten siempre misma persona y número.

Yo bebo agua: Yo (1ª per, Sg) y bebo (1ª per, Sg)

El bebe agua: Él (3ª per, Sg) y bebe (3ª per, Sg)

- **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.

Un ejemplo sería: “*Pedro habla la Lengua de Signos*”.

- **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 (?). Algunas de ellas son:

- **Tokenización:** realiza la división del texto en palabras o frases.
- **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”.
- **Etiquetado gramatical:** Asigna a cada palabra del texto una categoría gramatical (sustantivo, adjetivo, verbo, etc).
- **Entidades Nombradas:** extraer y clasificar conjuntos de palabras en categorías predefinidas como personas, lugares, organizaciones, etc.

2.6.3. Herramientas PLN

En la actualidad hay una gran cantidad de herramientas para poder realizar el Procesamiento de Lenguaje Natural de una forma más sencilla y rápida.

A continuación, vamos a explicar algunas de estas herramientas de procesamiento de lenguaje natural que existen actualmente.

2.6.3.1. Spacy

Spacy¹⁸ es una librería de código abierto para realizar Procesamiento de Lenguaje Natural en Python. Permite el desarrollo de aplicaciones que sean capaces de procesar y entender grandes volúmenes de texto. Actualmente es considerada una de las mejores herramientas para el PNL 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.

2.6.3.2. NLTK

Natural Language ToolKit (NLTK)¹⁹ 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

¹⁸Web oficial de Spacy <https://spacy.io/>

¹⁹Web oficial de NLTK <https://www.nltk.org/>

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.

2.6.3.3. FreeLing

FreeLing²⁰ 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 análisis morfológico, detección de entidades con nombres o etiquetado gramatical 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.

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

²⁰Web oficial de FreeLing <http://nlp.lsi.upc.edu/freeling/index.php/node/1>

Capítulo 3

Herramientas utilizadas

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

Mahatma Gandhi

Introducción capítulo 3 COMPLETAR

3.1. Flask

Flask es un “micro” Framework escrito en Python y concebido para facilitar el desarrollo de Aplicaciones Web y APIs.

La palabra micro hace referencia a que Flask únicamente trae por defecto las herramientas necesarias para crear una aplicación web básica, aunque si se necesitan añadir nuevas funcionalidades hay un conjunto muy grande de extensiones (plugins) que se pueden instalar fácilmente. Por ello, Flask es muy recomendable para el desarrollo de aplicaciones que no requieran muchas extensiones o que se necesiten implementar de una forma ágil y rápida. También es muy recomendable para implementar microservicios.

Algunas de las características de Flask por las que decidimos desarrollar nuestra API con este framework son las siguientes:

- Rapidez y facilidad en la instalación y configuración, a diferencia de otros frameworks como Django, que tiene una curva de aprendizaje mucho más baja.
- Es compatible con Python. Nuestra API está implementada en dicho lenguaje.
- Incluye un servidor web de desarrollo. No se necesita una infraestructura con un servidor web para probar las aplicaciones, sino que de una manera sencilla se puede levantar un servidor web para ir viendo los resultados que se van obteniendo.
- Cuenta con depurador. Si tenemos algún error en el código que se está desarrollando, se puede depurar ese error y ver los valores de las variables.
- Flask es Open Source y está amparado bajo una licencia BSD, que es la licencia utilizada para los sistemas operativos BSD (Berkeley Software Distribution), y tiene menos restricciones en comparación con otras licencias como la GPL, estando muy cercana al dominio público.
- Cuenta con una muy buena documentación.

*–¿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*

