

---

# 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***

*A los Masters porque sin ellos todo hubiera sido más difícil.*  
*A mi familia por el sacrificio que han hecho para que llegue hasta aquí.*  
*A Alex y Sara por todo lo que me han ayudado y trabajado en el TFG.*  
***Miguel Rodríguez Cuesta***

*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

Groucho Marx decía que encontraba a la televisión muy educativa porque cada vez que alguien la encendía, él se iba a otra habitación a leer un libro. Utilizando un esquema similar, nosotros queremos agradecer al Word de Microsoft el habernos forzado a utilizar L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Cualquiera que haya intentado escribir un documento de más de 150 páginas con esta aplicación entenderá a qué nos referimos. Y lo decimos porque nuestra andadura con L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X comenzó, precisamente, después de escribir un documento de algo más de 200 páginas. Una vez terminado decidimos que nunca más pasaríamos por ahí. Y entonces caímos en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

Es muy posible que hubiéramos llegado al mismo sitio de todas formas, ya que en el mundo académico a la hora de escribir artículos y contribuciones a congresos lo más extendido es L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Sin embargo, también es cierto que cuando intentas escribir un documento grande en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X por tu cuenta y riesgo sin un enlace del tipo “*Author instructions*”, se hace cuesta arriba, pues uno no sabe por donde empezar.

Y ahí es donde debemos agradecer tanto a Pablo Gervás como a Miguel Palomino su ayuda. El primero nos ofreció el código fuente de una programación docente que había hecho unos años atrás y que nos sirvió de inspiración (por ejemplo, el fichero `guionado.tex` de T<sub>E</sub>X<sub>1</sub>S tiene una estructura casi exacta a la suya e incluso puede que el nombre sea el mismo). El segundo nos dejó husmear en el código fuente de su propia tesis donde, además de otras cosas más interesantes pero menos curiosas, descubrimos que aún hay gente que escribe los acentos españoles con el `\’{\i}`.





# Resumen

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean commodo ligula eget dolor. Aenean massa. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Donec quam felis, ultricies nec, pellentesque eu, pretium quis, sem. Nulla consequat massa quis enim. Donec pede justo, fringilla vel, aliquet nec, vulputate eget, arcu. In enim justo, rhoncus ut, imperdiet a, venenatis vitae, justo. Nullam dictum felis eu pede mollis pretium. Integer tincidunt. Cras dapibus. Vivamus elementum semper nisi. Aenean vulputate eleifend tellus. Aenean leo ligula, porttitor eu, consequat vitae, eleifend ac, enim. Aliquam lorem ante, dapibus in, viverra quis, feugiat a, tellus. Phasellus viverra nulla ut metus varius laoreet. Quisque rutrum. Aenean imperdiet. Etiam ultricies nisi vel augue. Curabitur ullamcorper ultricies nisi. Nam eget dui. Etiam rhoncus. Maecenas tempus, tellus eget condimentum rhoncus, sem quam semper libero, sit amet adipiscing sem neque sed ipsum. Nam quam nunc, blandit vel, luctus pulvinar, hendrerit id, lorem. Maecenas nec odio et ante tincidunt tempus. Donec vitae sapien ut libero venenatis faucibus. Nullam quis ante. Etiam sit amet orci eget eros faucibus tincidunt. Duis leo. Sed fringilla mauris sit amet nibh. Donec sodales sagittis magna. Sed consequat, leo eget bibendum sodales, augue velit cursus nunc, quis gravida magna mi a libero. Fusce vulputate eleifend sapien. Vestibulum purus quam, scelerisque ut, mollis sed, nonummy id, metus. Nullam accumsan lorem in dui. Cras ultricies mi eu turpis hendrerit fringilla. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; In ac dui quis mi consectetur lacinia. Nam pretium turpis et arcu. Duis arcu tortor, suscipit eget, imperdiet nec, imperdiet iaculis, ipsum. Sed aliquam ultrices mauris. Integer ante arcu, accumsan a, consectetur eget, posuere ut, mauris. Praesent adipiscing. Phasellus ullamcorper ipsum rutrum nunc. Nunc nonummy metus. Vestibulum volutpat pretium libero. Cras id dui. Aenean ut eros et nisl sagittis vestibulum. Nullam nulla eros, ultricies sit amet, nonummy id, imperdiet feugiat, pede. Sed lectus.



# Índice

<b>Agradecimientos</b>	<b>VII</b>
<b>Resumen</b>	<b>IX</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivo . . . . .	2
1.3. Estructura del documento . . . . .	2
<b>2. Estado del Arte</b>	<b>5</b>
2.1. La discapacidad auditiva . . . . .	5
2.2. La Lengua de Signos . . . . .	6
2.2.1. Fonología de la Lengua de Signos Española (LSE) . . .	7
2.2.2. Sintaxis de la Lengua de Signos Española (LSE) . . .	7
2.2.3. Morfología de la Lengua de Signos Española (LSE) . .	8
2.2.4. Verbos de la Lengua de Signos Española (LSE) . . . .	9
2.2.5. Aspectos de la Lengua de Signos Española (LSE) . . .	10
2.3. Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC) .	12
2.3.1. ARASAAC . . . . .	13
2.3.2. APLICACIONES SAAC . . . . .	13
2.4. Servicios Web . . . . .	14
2.5. Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) . . . . .	16



# Índice de figuras

2.1. Flujo del Servicio Web SOAP. . . . .	15
2.2. Flujo del Servicio Web REST. . . . .	16



# 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

### 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.

En España, un porcentaje importante de personas sufre algún tipo de discapacidad auditiva, que a pesar de disponer de las mismas capacidades cognitivas que el resto de la población, se enfrentan a numerosas barreras comunicativas, las cuales les dificultan el proceso de aprendizaje y la capacidad de relacionarse con su entorno mediante la audición y la lengua oral. Estas personas 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 es la Lengua de Signos, que varía en función de la región, es decir, no existe una lengua de de signos común en todo el mundo, sino que cada país dispone de una o varias. En España se usa la Lengua de Signos Española (LSE) y la Lengua de Signos Catalana (LSC), las cuales son oficiales desde el año 2007.

Actualmente no existen los recursos suficientemente desarrollados y accesibles para facilitar el aprendizaje y la comunicación a través de la LSE, por lo que surge la idea de crear una aplicación que permita traducir el lenguaje oral a la Lengua de Signos Española. De esta forma se pondrá al alcance de la mano a todo aquel que lo necesite una herramienta útil para ayudar en la integración de las personas con discapacidad auditiva.

## 1.2. Objetivo

El proyecto consiste en crear una aplicación que sea capaz de traducir el lenguaje natural escrito en castellano a la Lengua de Signos Española (LSE) mediante imágenes ofrecidas por ARASAAC. El desarrollo de la aplicación consistirá en un servicio y página web, accesible desde cualquier navegador y desde cualquier tipo de dispositivo, llegando así al mayor número de usuarios posible.

El principal objetivo de este proyecto es que la aplicación sirva de apoyo tanto a las personas en proceso de aprendizaje de la LSE, como a las personas que se quieran comunicar con aquellas cuya discapacidad auditiva impida el uso del lenguaje oral. La aplicación ayudará en gran medida a la comunicación con personas sordas, ya que el mayor beneficio de comunicarse a través de la lengua de signos en lugar de la lengua escrita, es la rapidez y facilidad a la hora de comprender el mensaje.

De cara a la entrega final del proyecto, se tendrá en cuenta una posible ampliación que consistirá en cambiar las imágenes de ARASAAC por un único vídeo que represente el texto a traducir, siendo así más fácil y rápido de comprender.

Con este proyecto pretendemos poner en práctica y ampliar nuestros conocimientos tecnológicos adquiridos a lo largo del Grado en Ingeniería Informática.

## 1.3. Estructura del documento

**Capítulo 1:** 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.

---

**Capítulo 2:** 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 lenguaje de signos y de 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.



## Capítulo 2

# Estado del Arte

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

Mahatma Gandhi

### 2.1. La discapacidad auditiva

La discapacidad auditiva es la dificultad que sufren algunas personas para percibir el sonido a través de la audición. 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 que afectan en la manera de comunicarse y percibir el entorno. Las más interesantes en relación al uso de la Lengua de Signos son el momento de la aparición y el grado o intensidad de la sordera.

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.

Según el grado de sordera se clasifican:

- **Audición normal:** se perciben sonidos por encima de 20 decibelios.
- **Leve:** no se perciben sonidos inferiores a 40 decibelios.
- **Moderada:** se presentan pérdidas entre 40 y 70 decibelios.
- **Severa:** pérdida 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 una persona sorda.
- **Sordera Cofosis:** total de la audición.

Las personas con más necesidad de conocer la Lengua de Signos en referente a esta clasificación, son las que sufran a partir de una pérdida moderada de la audición, debido a que a este nivel la persona es prácticamente incapaz de escuchar expresiones orales en condiciones normales. Respecto al momento de la aparición, las personas con sordera prelocutiva necesitan de este medio para comunicarse, ya que por lo general no saben ni leer ni escribir.

## 2.2. La Lengua de Signos

La Lengua de Signos es un método de comunicación 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.

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 INE. 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.

A pesar de ello, la utilización del lenguaje de signos es necesaria para comunicarse con personas con pérdida total de la audición, sobre todo para

los niños y niñas que lo sufren debido a que estos están en fase de aprendizaje y necesitan un medio de comunicación que no requiera del oído para desarrollar completamente sus capacidades.

La Lengua de Signos es una lengua normativizada, es decir, consta de unas reglas que marcan el correcto uso de la misma. En la siguiente sección se explica el conocimiento básico de estas normas en lo referente a la gramática de la Lengua de Signos Española: fonología, sintaxis y morfología.

### 2.2.1. Fonología de la Lengua de Signos Española (LSE)

La fonología, en lo referente 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.
- **Orientación** de la mano o manos al signar respecto al cuerpo del individuo.
- **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.
- **Movimiento** de todos los elementos corporales que intervengan en el signo.
- **Componente no manual** del signo, que puede ser desde expresiones faciales hasta movimientos corporales del individuo.

### 2.2.2. Sintaxis de la Lengua de Signos Española (LSE)

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.

- **Temporalidad:** siempre se utiliza al comienzo de la oración. Por ejemplo, “*Veré una película mañana por la tarde*” se traducirá al LSE como “*Mañana tarde película ver*”.
- **Adjetivos:** siempre se sitúan detrás del nombre al que complementan. Por ejemplo, “*La casa es amarilla*”, se traduce como “*Casa amarilla*”.
- **Adverbios:** se suelen ubicar al final como complemento de la oración. Por ejemplo, “*Mi casa está cerca*” se traduciría como “*Casa mía cerca*”.
- **Preposiciones:** en la LSE encontramos un número inferior de preposiciones en comparación con la lengua oral. Se suelen colocar después del verbo.
- **Artículos:** en la LSE no existen los artículos.
- **Pronombres:** Son necesarios para saber quien realiza la acción, por eso se colocan al inicio de la oración.

### 2.2.3. Morfología de la Lengua de Signos Española (LSE)

En cuanto al género, los morfemas 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.

El masculino es el género no marcado y puede englobar tanto al masculino como el femenino, mientras que el género femenino sí es marcado, es decir, precisa del signo “*mujer*”. El morfema de género se coloca por lo general después del sustantivo, con algunas excepciones, como por ejemplo el caso de “*niño/niña*”, que cuentan con su propio signo.

Por otra parte, los morfemas de número en la LSE sirven únicamente para expresar cantidad. Existen varias formas de expresar cantidad:



- **Sustantivos:**

1. Plural neutro: Universidad puerta color gris
2. Añadiendo cuantificadores definidos (dos, tres, etc) e indefinidos (muchos, algunos, etc)
3. Expresión facial: enfatizando mediante gestos faciales
4. Repetición del signo

- **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*”.

#### 2.2.4. Verbos de la Lengua de Signos Española (LSE)

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

- **Verbos planos:** No tienen por sí mismos información gramatical a través de los signos del lenguaje, pero se puede aportar dicha información a través de signos complementarios. Por eso mismo no se modifican para marcar género o número, si no que esta información se aporta de manera independiente (cuantificadores, pronombres personales, etc). Por ejemplo *Querer, Comer, Pensar, Conducir, etc.*
- **Verbos de concordancia:** Se puede introducir información gramatical (persona y número del destinatario y del sujeto) en la articulación/-dirección del signo. La variación del verbo para modificar la información gramatical depende de si se quiere decir solo la persona o solo el número. Por ejemplo *Avisar, Ayudar, Contar, Cuidar, Responder, etc.*
- **Verbos espaciales:** No incorporan en su significado información gramatical, simplemente indican la situación en el espacio de algo a través de la dirección y la velocidad del signo. Para ampliar la información del verbo se pueden añadir articuladores del verbo o se pueden añadir elementos independientes, como repetición del signo, cuantificadores, etc. Por ejemplo: “*Hay un ratón ahí*” se traduce como “*Ratón (Señalando el sitio)*”.

### 2.2.5. Aspectos de la Lengua de Signos Española (LSE)

El aspecto es una propiedad que poseen los verbos y las frases verbales que indica los diferentes estados del desarrollo de la acción expresada por el verbo.

- **Aspecto incoativo:** Se utiliza cuando la acción de la oración está a punto de comenzar. Se puede utilizar de diversas maneras:
  - Mediante la modificación del signo, el cual se interrumpe al inicio inclinando el cuerpo hacia delante. Por ejemplo, “*El avión está a punto de aterrizar*” se dice “*Avión aterrizar-ASP.INC*”.
  - Combinando el verbo de la acción junto con el verbo *preparar*. Por ejemplo, “*Ayer un chico iba a hablar*” se dice “*Ayer chico preparar leer*”.
  - También se juntan los verbos *ir + acción*. Por ejemplo, “*Voy a leer*” se dice “*Ir leer*”.
  - Añadiendo complementos independientes a la acción. Por ejemplo, *casi*, que dependiendo de la temporalidad de una acción se entiende como una cosa u otra modificando el signo. La oración “*Estuvo a punto de caerse*” se traduciría como “*Casi caer*”.
- **Aspecto ingresivo:** Se utiliza cuando se está refiriendo una acción que está empezando a realizarse. Se puede expresar de diferentes maneras:
  - Modificando el signo, moviendo el cuerpo hacia delante y repitiéndolo. Por ejemplo, “*La chica se puso a cantar*” se dice “*Chica cantar-ASP.INGR*”.
  - Combinando el verbo de la acción junto con el verbo *empezar* o con *principio*. Por ejemplo, “*Empiezo a estudiar*” se dice “*Empezar estudiar*” o “*Principio estudiar*”.
- **Aspecto continuativo.** Se utiliza para expresar acciones que están en proceso de realizarse. Se puede emplear de varias formas:
  - Repitiendo el signo, mediante signos no manuales, o realizando el signo muy lentamente.
  - Utilizando el verbo *seguir + verbo*. Por ejemplo, “*Sigue estudiando*” se dice “*Seguir estudiar-ASP.CONT*”.
  - Añadiendo el signo duración después del verbo. Por ejemplo, “*Estuve estudiando mucho tiempo*” se dice “*Estudiar duración*”.
  - Añadiendo adverbios temporales que indiquen la duración.

- Solo mediante el contexto, sin necesidad de modificar la oración. Por ejemplo “*Los estudiantes están estudiando*” se dice “*Estudiantes estudiar*”.
- **Aspecto perfectivo:** Se utiliza cuando una acción ha terminado. Se puede expresar de distintas maneras:
  - Modificando el signo, de tal manera que se paraliza al final.
  - Añadiendo *fin*, *ya* o *listo* después del verbo. Por ejemplo “*Terminé de estudiar*” o “*Estudiar fin*”.
- **Aspecto gradual:** Indica un desarrollo progresivo de la acción. Se puede indicar modificando el signo:
  - Ejecutando el signo por partes.
  - Ejecutando el signo lentamente. Por ejemplo, “*Fue aprendiendo gradualmente*” se traduciría como “*Aprender-ASP.GRAD*”.
- **Aspecto iterativo:** Indica que una acción se ha repetido en un espacio de tiempo determinado. Se puede indicar de las siguientes maneras:
  - Repitiendo el signo.
  - Incluyendo modificadores de repetición como *otra vez*. Por ejemplo, “*Llamó varias veces*”, se traduce como “*Llamar otra vez*”.
- **Aspecto puntual:** Indica que la acción se realizó en un momento exacto. Se puede indicar de las siguientes maneras:
  - Realizar el signo más rápido.
  - Incluyendo modificadores que indiquen el momento exacto. Por ejemplo *de repente*.
- **Aspecto frecuentativo:** Indica que la acción se repite de manera habitual. Se puede indicar de las siguientes maneras:
  - Añadiendo al gesto de la acción, el signo del morfema *La-la-la* o *ta-ta-ta*.
  - Repitiendo el momento en el que se suele repetir la acción.
  - Añadiendo modificadores temporales, como *siempre*.
- **Aspecto distributivo:** Se utiliza cuando hay diversos receptores de una acción, o cuando se utilicen verbos que indiquen movimiento. Se indica de las siguientes maneras:
  - Repetición del signo desplazándose horizontalmente. Por ejemplo, “*Mañana invitaré a todos*” se traduce como “*Mañana invitar-ASP.DISTR*”.

### 2.3. 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 de 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 para comunicarse, como pueden ser personas con discapacidad física, 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:** No es necesaria la ayuda de ningún soporte físico ya que con el propio cuerpo es suficiente. Un ejemplo sería *la lengua de signos*.
- **Símbolos gráficos:** Sí que es necesario la ayuda de un soporte físico que varía según las necesidades del alumno. Algunos ejemplos son *el sistema Bliss, Braille, sistemas con pictogramas o imágenes*.

La lengua de signos es considerada como SAAC gestual, sin ayuda, ya que al estar destinada a personas con discapacidad auditiva, esta no debe ir acompañada de ninguna enfermedad neurológica. 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 va a ser determinante en el desarrollo intelectual de las personas, sobre todo cuando el lenguaje verbal no esté adquirido.

### 2.3.1. ARASAAC

El Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa, 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 vídeos e imágenes a color de lengua de signos española. Este contenido se puede encontrar en 16 idiomas distintos, y está disponible como contenido descargable con licencia Creative Commons, es decir, se puede usar libremente sin ánimo de lucro.

Al igual que ARASAAC existen otros bancos de imágenes online de Lengua de Signos Española que permiten la descarga de los distintos recursos, como por ejemplo <http://www.fundacioncnse.org/educa/bancolse/>, con el inconveniente de que desde esta página es necesario descargar una a una todas las imágenes de signos, no se pueden descargar como conjunto y tampoco contiene banco de videos de signos.

Debido a la facilidad de uso y a la gran cantidad de recursos que ofrece ARASAAC, se ha decidido usar su banco de imágenes LSE en este proyecto.

### 2.3.2. APLICACIONES SAAC

Dentro del mundo de la Lengua de Signos va aumentando la variedad de recursos y aplicaciones orientadas a la integración social de estas personas. Se ha realizado una investigación de aplicaciones SAAC con funcionalidades similares a las propuestas en este proyecto, obteniendo los siguientes resultados dependiendo de su funcionalidad:

Texto a lenguaje de signos:

- **Text2Sign** (*text2sign.es*): aplicación web y móvil gratuita con la que se puede enviar un texto, el cual es asignado a un equipo de intérpretes que se encarga de traducirlo a lengua de signos 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.
- **TextoSign** (*textosign.es*): asistente virtual que traduce en tiempo real un determinado texto o video. Utilizado para hacer más accesibles páginas web, integración con sistemas virtuales y en pantallas informativas (por ejemplo, pantallas de tren, autobuses, etc). Es un producto de pago que utilizan grandes empresas.
- **Signslator** (*signslator.com*): web y aplicación móvil que traduce texto a vídeo con lenguaje de signos en tiempo real. Es un servicio gratuito pero actualmente tiene problemas en el funcionamiento.
- **StorySign** (*xatakandroid.com*): aplicación para android que traduce una selección de cuentos infantiles a lenguaje de signos a través de un avatar digital, que enseña a los niños sordos a leer, marcando cada palabra con el signo que representa. Es gratuita, pero no se puede traducir cualquier texto, ya que se tiene que tener el libro a traducir en físico y es necesario escanear las páginas que se quieren traducir.
- **SpreadTheSign** (*spreadthesign.com*): aplicación web que traduce palabras o frases a lenguaje de signos a través de videos previamente grabados. Es gratuita pero está limitada a ciertas palabras u oraciones previamente almacenadas.
- **TeCuento** (*play.google.com*): aplicación móvil que contiene diversos cuentos que se reproducen en video, en el que se muestran los subtítulos y la lengua de signos. No traduce en el momento, son vídeos previamente grabados por personas físicas. También tiene la opción de generar un cuento propio.

## 2.4. Servicios Web

Según el WC3 (World Wide Web 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.

A nivel técnico, los servicios pueden implementarse de varias formas. En este sentido, podemos distinguir dos tipos de servicios Web: los denominados servicios Web SOAP y servicios Web REST.

- **SOAP (Simple Object Access Protocol):** Es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambios de datos XML. Utiliza su propio protocolo (SOAP) para la comunicación entre máquinas, junto con otros protocolos, como por ejemplo HTTP o FTP.

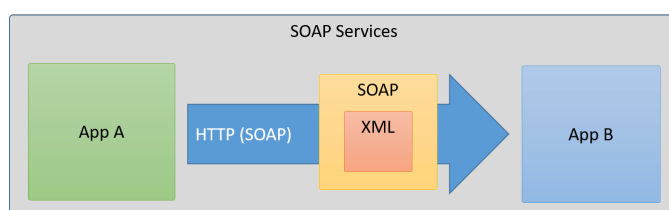


Figura 2.1: Flujo del Servicio Web SOAP.

- **REST (Representational State Transfer o Transferencia del Estado Representacional):** surgió en el año 2000 como alternativa a los servicios web SOAP. Es una arquitectura web compuesta por una serie de reglas que utiliza el protocolo HTTP para el intercambio de información:
  1. Protocolo cliente-servidor: Un cliente realiza llamadas al servidor en busca de información. Necesita que el cliente le envíe un token en cada petición HTTP con el estado de su conexión, ya que este tipo de servicio web no guarda dicha información, aunque existe la posibilidad de guardar en caché las peticiones.
  2. Interfaz uniforme: utiliza el protocolo HTTP para la comunicación entre máquinas, al igual que puede utilizarlo SOAP, con la diferencia de que el servicio web REST utiliza las llamadas a los métodos propios de HTTP, como son Get (consultar información), Post (creación de un nuevo registro), Put (editar un registro completo ya existente), Delete (eliminar un registro), Patch (editar una parte de un registro ya existente).
  3. Puede utilizar muchos lenguajes de intercambio de información con el cliente, pero el más común es JSON, ya que este lo interpreta Javascript de manera natural. JSON se considera mejor que XML ya que XML es más pesado y necesita más procesamiento de servidor.

4. Sistema de capas: REST es una arquitectura compuesta por diversas capas o servidores para poder aumentar la escalabilidad, es decir, que todo el procesamiento no recaiga sobre el mismo servidor, o para mejorar la seguridad.

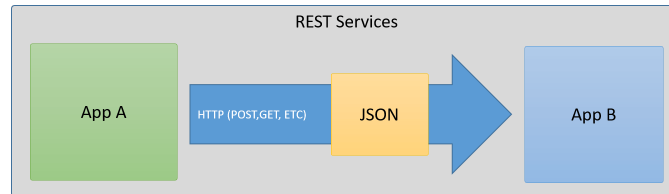


Figura 2.2: Flujo del Servicio Web REST.

## 2.5. Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN)

Es una rama de conocimiento de la Inteligencia Artificial que se encarga de que una máquina sea capaz de interpretar y procesar el lenguaje natural. El lenguaje natural puede expresarse de forma oral, escrita y mediante signos, como en el caso de la LSE. El procesamiento de textos es el ámbito más avanzado en el PNL con respecto a los demás, ya que dentro de esta rama existe una gran cantidad de herramientas disponibles, así como documentación útil.

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:

- **Análisis morfológico:** se analiza la categoría gramatical de cada palabra, es decir, si se trata de sustantivo, verbo, preposición, etc.
- **Análisis sintáctico:** divide el texto en oraciones y sintagmas teniendo en cuenta la dependencia de unas palabras de otras.
- **Análisis semántico:** se analiza el significado de las palabras una vez procesadas.
- **Análisis pragmático:** se analiza el significado del texto teniendo en cuenta el lenguaje figurado, como por ejemplo, las metáforas.
- **Análisis discursivo:** relaciona el significado de diferentes oraciones entre sí.
- **Análisis fonético:** analiza la forma en que se pronuncian las palabras.



---

Para poder llevar a cabo el procesamiento de un texto se pasa por una serie de procedimientos. Primero se estructura el texto, dividiendo éste en oraciones y palabras. A este proceso se le denomina tokenización. A partir de ahí, dependiendo del uso que se le quiera dar, se pueden realizar diferentes tareas dentro de los componentes mencionados anteriormente, como eliminar los morfemas añadidos de una palabra y dejar su raíz, realizar un análisis morfosintáctico de una oración para sacar sujeto, predicado, y los diferentes tipos de palabras que los componen. También se puede reconocer las palabras como nombres propios, ya sean de personas, ciudades, empresas, etc.



*—¿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*

