

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>2</b>
2.1. Antecedentes jurídicos.....	2
2.2. Antecedentes Tecnológicos.....	3
<b>3. PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
3.1. Situación Problemática.....	4
3.2. Formulación Del Problema.....	6
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
4.1. Objetivo General.....	6
4.2. Objetivos Específicos.....	6
<b>5. ALCANCES Y LÍMITES.....</b>	<b>6</b>
5.1. Alcances.....	6
5.2. Límites.....	7
<b>6. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>8. FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
8.1. Discapacidad auditiva.....	7
8.2. Aprendizaje automático.....	8
8.3. Visión Artificial.....	8
8.4. Reconocimiento de imágenes.....	9
<b>9. PROPUESTA METODOLÓGICA.....</b>	<b>9</b>
<b>10. CRONOGRAMA.....</b>	<b>11</b>
<b>11.BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>1</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

Las lenguas de señas son lenguas que utilizan una combinación de signos manuales y expresiones faciales para transmitir un mensaje, a diferencia del lenguaje hablado, que lo hace por canal auditivo.

Cada una de las lenguas de señas son lenguas naturales, poseen su propia gramática y léxico. No existe una lengua de señas universal y no está claro cuántas hay en todo el mundo. Generalmente, cada país tiene su propia lengua de señas nativa. En Bolivia las personas con discapacidad auditiva usan la lengua de señas boliviana.

Debido a que la gran mayoría de la población no entiende la lengua de señas, es muy difícil para las personas con discapacidad auditiva comunicarse y desenvolverse en la sociedad, ocasionando a menudo que sean excluidas y que no puedan acceder a servicios importantes, como la salud y la educación.

La intención del proyecto es proporcionar un prototipo de aplicación para reconocer y traducir señas de la lengua de señas boliviana a castellano aplicado a teléfonos inteligentes para facilitar la comunicación entre personas con discapacidad auditiva y personas oyentes.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1. Antecedentes jurídicos**

La ley General para personas con discapacidad (ley N° 223) define a las personas con discapacidad auditiva como personas con pérdida y/o limitación auditiva en mayor o menor grado. Estas personas estructuran su experiencia e integración con el medio a través de la visión, enfrentando barreras de comunicación que impiden en cierta manera su acceso y participación en la sociedad en condiciones iguales a las de sus semejantes oyentes.

La ley también clasifica el grado de discapacidad de una persona según el grado en que los síntomas, signos o secuelas que esta presenta dificultan o imposibilitan las actividades de la vida diaria o la independencia de las personas:

- **Grado de Discapacidad Leve:** Calificación que se refiere a personas con síntomas, signos o secuelas existentes que justifican alguna dificultad para

llevar a cabo las actividades de la vida diaria, pero son compatibles con la práctica de las mismas.

- **Grado de Discapacidad Moderada:** Calificación que se refiere a personas con síntomas, signos o secuelas que causan una disminución importante o imposibilidad de la capacidad de la persona para realizar algunas de las actividades de la vida diaria, siendo independiente en las actividades de autocuidado.
- **Grado de Discapacidad Grave:** Calificación que se refiere a personas con síntomas, signos o secuelas que causan una disminución importante o imposibilidad de la capacidad de la persona para realizar la mayoría de las actividades de la vida diaria, pudiendo estar afectada alguna de las actividades de autocuidado, requiriendo asistencia de otra persona para algunas actividades.
- **Grado de Discapacidad muy Grave:** Calificación que se refiere a personas con síntomas, signos o secuelas que imposibilitan la realización de las actividades de la vida diaria y requiere asistencia permanente de otra persona.

De acuerdo con el último censo de población y vivienda de 2012, 342.929 personas, de los 10.059.856 habitantes registrados, declararon tener alguna dificultad permanente. De éstas, un 14.9% tiene dificultad para oír aún usando audífonos [1].

## **2.2. Antecedentes Tecnológicos**

Existen en el exterior aplicaciones que favorecen la comunicación de personas con discapacidad auditiva traduciendo lengua de señas a lengua oral, por ejemplo:

- *Google Gesture:* desarrollada por estudiantes de la Escuela de Comunicación Berghs en Estocolmo. Funciona con sensores que se ponen en el antebrazo atados a una banda llevable, que leen los impulsos de los músculos del antebrazo que se producen al comunicarse en lengua de señas. Posteriormente los movimientos son enviados a la aplicación, que a su vez los traducirá a palabras audibles desde los *smartphones* en tiempo real [3].
- *Showleap:* similar a *Google Gesture*, funciona a través de dos brazaletes que leen los impulsos eléctricos de los músculos en el antebrazo, posteriormente envía esos datos al *smartphone* o computadora del usuario que los interpreta

como movimientos del brazo y los dedos. Esta aplicación solo maneja lengua de signos española [4].

- *MIVOS*: es un prototipo desarrollado en Chile. Captura los gestos a través de la cámara de un *smartphone* o computadora y los traduce. Del mismo modo, el sistema escucha la respuesta por voz de una persona y la traduce a la lengua de señas. [5].
- *Kinect Sign Language Translator*: es un prototipo de investigación que utiliza *Kinect* para capturar los gestos del lenguaje de señas chino y traducirlos a lenguaje hablado. También es capaz de realizar la traducción inversa, traduciendo lenguaje oral a lenguaje de señas chino. [6].
- *Sign'n*: es una aplicación desarrollada en México. Traduce lenguaje de señas a lenguaje oral y viceversa. Funciona en dispositivos móviles. Actualmente se encuentra en fase de pruebas. [8].

Las aplicaciones, Google Gesture, Showleap y *Kinect Sign Language Translator* necesitan de *hardware* adicional para capturar las señas ocasionando que su uso sea inviable. Las personas discapacitadas no siempre disponen del espacio que dicho hardware necesita para operar correctamente y en muchos casos no tiene la solvencia económica para adquirirlos.

En Bolivia existe la aplicación Leesa, capaz de traducir palabras escritas u orales a lenguaje de señas, sin embargo no es capaz de traducir en sentido opuesto. La aplicación de momento no se encuentra disponible. [2].

En adición a los productos y prototipos comerciales como los mencionados anteriormente, existen trabajos académicos que exploran el problema de la traducción de las lenguas de señas.

El año 2016 los estudiantes Cheok Ming y Zaid Omar realizaron un estudio en traducción de lengua de señas aplicado a teléfonos inteligentes capaz de clasificar 16 gestos de la lengua de señas americana. Probaron dos algoritmos para extraer los puntos de interés de las imágenes: SURF Y SIFT. Aplicaron una máquina de vectores de soporte para clasificar los gestos. El algoritmo SURF dio como resultado un 97.16% de precisión mientras que el SIFT un 92.25% [10].

En el año 2015 Caroline Guardino, Ching-Hua Chuan y Eric Regina presentaron un sistema de reconocimiento del lengua de señas americano utilizando un *Leap Motion* para capturar los gestos de la mano. Utilizaron *K-nearest neighbor* y una máquina de vectores de soporte para clasificar las letras del alfabeto de la lengua de señas americana, consiguiendo una exactitud promedio del 72.78% y del 79.83% respectivamente [11].

### **3. PROBLEMA**

#### **3.1. Situación Problemática**

Las particularidades de la lengua de señas boliviana provoca que ninguna de las aplicaciones o prototipos existentes puedan aplicarse en Bolivia. Debido a que la sociedad en la que vivimos es mayoritariamente oyente y los canales de transmisión de información son auditivos, las personas con discapacidad auditiva enfrentan dificultades como las siguientes en nuestra sociedad:

1. Debido a que a las personas con discapacidad auditiva se les dificulta comunicarse con los empleados de diferentes instituciones de administración pública también se dificulta la realización de sus respectivos trámites siendo esta una tarea ardua.
2. Esta dificultad de comunicación también afecta a los servicios de salud de las personas discapacitadas por que el personal médico no entiende a plenitud las dolencias de estos pacientes.
3. Las personas con discapacidad auditiva también afrontan problemas integrándose en el mercado laboral. Incluso si logran encontrar un trabajo en una empresa, en la mayoría de los casos la comunicación sigue suponiendo una barrera importante.
4. La educación para las personas con esta discapacidad es bastante limitada. En Cochabamba solo existen dos opciones para la educación primaria y secundaria de las personas sordomudas: El Instituto de Audiología y el Instituto Don Bosco. La educación superior es prácticamente inaccesible sin la asistencia de un intérprete. [7].

La mayoría de las aplicaciones descritas traducen únicamente el abecedario en lengua de señas, haciendo necesario que las personas con discapacidad auditiva tengan que deletrear todas las palabras que quieran comunicar.

### **3.2. Formulación del Problema**

La lengua de señas boliviana es única y las limitaciones técnicas de las soluciones actuales hacen inviable su aplicación en el proceso de comunicación entre personas con discapacidad auditiva y personas oyentes en nuestro medio.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General**

Desarrollar un prototipo de aplicación para reconocer y traducir señas de la lengua de señas boliviana a castellano, aplicado a teléfonos inteligentes.

### **4.2. Objetivos Específicos**

- Identificar señas y gestos de la lengua de señas boliviana en tiempo real a través de la cámara de un dispositivo móvil.
- Permitir que el usuario pueda añadir nuevas señas o nuevas traducciones.
- Mostrar al usuario la traducción de las señas a través de la interfaz de una aplicación móvil.
- Permitir al usuario escuchar la traducción.

## **5. ALCANCES Y LÍMITES**

### **5.1 Alcances**

- El sistema reconocerá inicialmente el abecedario y las señas de uso más común de la lengua de señas boliviana como ser:
  - 22 Normas de cortesía: Hola, Buenos días, Gracias, etc.
  - 30 Nombres: Baño, Carnet de Identidad, Celular, Dinero, Documentos, etc.

### **5.2 Límites**

- El *software* realizado será un modelo del comportamiento del sistema (prototipo).

- El sistema solo traducirá lengua de señas a castellano, no hace la traducción inversa.
- La prototipo no tomará en cuenta la gramática ni la sintaxis de la lengua de señas boliviana, solo identificará las señas dadas.
- La interfaz de usuario del prototipo se desarrollará únicamente para *android*.
- El prototipo necesitará que la persona que hable lengua de señas encare directamente a la cámara del dispositivo para que este sea capaz de detectar las señas que realiza.
- El prototipo estará diseñado para operar en condiciones de iluminación favorables, así mismo, la cámara deberá estar correctamente enfocada.

## **6. JUSTIFICACIÓN**

La utilización de esta aplicación está orientada a mejorar el proceso de comunicación entre personas con discapacidad auditiva que se comuniquen por medio de la lengua de señas boliviana y personas que desconocen dicha lengua, facilitando la integración y desempeño de estas personas en la sociedad.

## **8. FUNDAMENTO TEÓRICO**

### **8.1. Discapacidad auditiva**

Según el ministerio de educación [12] las causas que dan origen a la discapacidad auditiva se pueden clasificar en:

- Genéticas: Son las condiciones que se heredan de padres a hijos. En caso de la discapacidad auditiva, este aspecto es el más frecuente.
- Congénitas: Son las características o rasgos con los que nace un individuo que no dependen únicamente de factores hereditarios, sino que son adquiridos durante la gestación, por ejemplo, infecciones virales del embrión.
- Adquiridas: Son ocasionadas por algún accidente o enfermedad después del nacimiento. Otras causas son la exposición prolongada a ruidos de tipo industrial y el envejecimiento.

Las pérdidas auditivas o hipoacusia pueden ser clasificadas según el grado de pérdida de audición o según la ubicación de la lesión que la provoca. Según la clasificación

BIAP (Bureau International d'Audiophonologie) se identifican varios niveles de pérdida que se miden por decibeles:

- Hipoacusia leve (20-40 dB.)
- Hipoacusia moderada (40-70 dB.)
- Hipoacusia severa (70-90 dB.)
- Sordera (90 dB. o más)

También pueden clasificarse según el lugar que origine la sordera:

- Sordera conductiva o de transmisión: La lesión está situada en el oído externo o medio.
- Sordera Perceptiva o neurosensorial: La lesión está a nivel de la cóclea o el nervio coclear.
- Sordera mixta: Afecta el oído externo, medio e interno.

## **8.2. Lengua de señas boliviana[14]**

Es importante diferenciar entre señas naturales, español señalizado y lengua de señas. Las señas naturales, como agitar la mano para saludar, son usadas por todas las personas en general. En el español señalizado se usan señas para representar palabra por palabra lo que se busca decir, según la estructura de la oración en español, resultando en un lenguaje artificial y forzado. Por otra parte, las lenguas de señas tienen su propia estructura lingüística.

### **8.2.1. Estructura de la lengua de señas boliviana[16]**

**Morfología:** Se refiere a la forma y estructura de la lengua de señas boliviana de acuerdo a:

- La configuración de la mano
- El punto de articulación
- El movimiento

**Morfosintáctica:** Se refiere al cambio del verbo según el contexto. Por ejemplo, en lengua de señas boliviana no es lo mismo decir apagar la luz y apagar la televisión



**Artículos:** En las lenguas de señas, a diferencia del español donde se tienen artículos definidos e indefinidos, no existen artículos, estos vienen incorporados dentro de la propia seña.

**Clasificadores:** Los clasificadores son como una especie de pronombre especial; representan género, número, tamaño, volumen, cantidad, etc. Son propios de las lenguas de señas y no tienen un equivalente directo en español.

**Conjunciones:** En las lenguas de señas las conjunciones vienen incorporadas en los verbos, principalmente los verbos de movimiento, por ejemplo: “ir para”, “venir de”.

**Pronombres:** Se realizan apuntando principalmente con el dedo índice, existen pronombres personales, demostrativos y posesivos.

**Proceso anafórico:** Es un elemento importante de la lengua de señas boliviana, En este se colocan a las personas de las que se habla imaginariamente en espacios concretos y se alude a su presencia “viéndolas” y haciendo como si ellas estuvieran diciendo una y otra cosa.

**Verbos:** La lengua de señas boliviana tiene varios tipos de verbos:

- Verbos de fenómenos de la naturaleza: Son verbos intransitivos y no tienen sujeto propio. Por ejemplo: llover, nevar.
- Verbos espaciales: Se componen de una acción y una dirección. Por ejemplo: ir, venir.
- Verbos clasificadores: incorporan el objeto directo o indirecto. Por ejemplo: el verbo agarrar dependerá del objeto que se agarre para demostrar cómo se agarra; de manera similar, indicar que se viene en avión es diferente de indicar que se viene en auto.
- Verbos multidireccionales: No están fijos en un lugar. Por ejemplo: andar (se puede andar en varias direcciones), venir.
- Verbos unidireccionales: son acciones de una sola dirección. Por ejemplo: morir, resumir.
- Verbos bidireccionales: Se mueven con una o ambas manos en direcciones distintas. Por ejemplo: largo (lejos), discutir.

### 8.2.2. Señas

Los parámetros formacionales de las lenguas de señas son [14]:

- Queirema o forma de la mano
- Toponema o posición de la mano
- Kinema o movimiento
- Kineprosema o dirección del movimiento
- Queirotropema u orientación de la mano
- Prosoponema o expresión de la cara

Según la UNESCO las señas pueden clasificarse en [15]:

- Gestos o señas de designación: Objeto presente o persona.
- Señas de imitación: Comer, bailar, barrer, escribir.
- Señas metonímicas: el todo por la parte, por ejemplo: la vaca por los cuernos.
- Señas de figuración espacial: La casa es dibujada en el espacio por el tejado.
- Señas metafóricas: galones para representar al jefe o el burro para referirse al tonto.
- Señas simbólicas: Palpitar del corazón para referirse al enamorado.

### 8.3. Aprendizaje automático

El aprendizaje automático o *machine learning* es una rama de las ciencias de la computación que utiliza técnicas de estadística para darle a un sistema computacional la capacidad de aprender. Se entiende por aprender cuando la máquina altera su estructura, programación o datos, en base a sus entradas o en respuesta a información externa, de tal manera que se espera su rendimiento mejore. El aprendizaje automático consiste en programar a una computadora para resolver un problema usando datos de ejemplo o experiencias pasadas para llegar a la solución óptima[13].

Las principales aplicaciones del machine learning se dan en casos en los que[17]:

- No se tiene completo conocimiento del entorno en el que opera el sistema, o los sistemas convencionales no se desempeñan adecuadamente.
- La cantidad de conocimiento o reglas es muy grande para codificarlo explícitamente.

- El ambiente en el que opera la máquina cambia con el tiempo. Las máquinas que aprenden al ser capaces de adaptarse reducen la necesidad de rediseñar el sistema constantemente o de que el diseñador tenga que prever todos los posibles escenarios.
- Se descubre o genera nuevo conocimiento constantemente, similar al punto anterior, añadir nuevo conocimiento a un sistema convencional requiere de un trabajo de rediseño, mas las maquinas que aprenden son capaces de incorporar nuevo conocimiento fácilmente.

## 9. PROPUESTA METODOLÓGICA

En este proyecto se aplicará la metodología de desarrollo iterativo e incremental haciendo uso de las siguientes prácticas:

- Reuniones periódicas con instituciones que encargadas de interactuar con personas con discapacidad auditiva para adecuar el prototipo.
- Reuniones periódicas con un intérprete de lengua de señas boliviana para informarnos de la práctica de este lenguaje, y recibir retroalimentación para adecuar el conjunto de datos de entrenamiento.

El desarrollo del sistema estará acompañado de las siguientes prácticas ágiles:

- Reuniones periódicas con los docentes involucrados en el proyecto para ver los avances y obtener retroalimentación.
- Una pequeña demo en cada reunión para explicar los avances del proyecto.

Además se usarán valores, principios y prácticas de *Extreme Programming* (XP) para reducir la tasa de errores en el sistema y los inconvenientes que puedan presentarse en su desarrollo:

Valores:

- Comunicación
- Retroalimentación
- Respeto

Principios:

- Humanidad
- Mejora continua

- Responsabilidad aceptada
- Iteraciones cortas

Prácticas:

- Integración continua
- Programación en pares
- Revisiones de código

Se utilizará esta metodología por los periodos de entrega de avances de acuerdo a la retroalimentación que se irá recibiendo por parte de los involucrados en el proyecto y del resultados que se obtengan.

## 10. CRONOGRAMA

**Tabla 1**  
**Plan de Acción**

Objetivos específicos	Acciones
Identificar señas y gestos de la lengua de señas boliviana en tiempo real a través de la cámara de un dispositivo móvil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recopilar información acerca de modelos y algoritmo de aprendizaje supervisado para la clasificación de imágenes</li> <li>● Elaborar un <i>dataset</i> inicial de cinco señas para probar el modelo</li> <li>● Implementar el modelo de aprendizaje.</li> <li>● Probar el modelo con el <i>dataset</i> inicial</li> <li>● Ampliar el <i>dataset</i> al abecedario completo</li> <li>● Probar el modelo con el <i>dataset</i> ampliado</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ampliar el <i>dataset</i> con normas de cortesía y nombres.</li> <li>● Probar el modelo con el <i>dataset</i> completo</li> </ul>
Permitir que el usuario pueda añadir nuevas señas o nuevas traducciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recopilar de información acerca de aprendizaje incremental</li> <li>● Adaptar el modelo al método de aprendizaje incremental</li> </ul>
Mostrar al usuario la traducción de las señas a través de la interfaz de una aplicación móvil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implementar una interfaz de usuario como aplicación móvil</li> <li>● Integrar la interfaz con el modelo</li> </ul>
Permitir al usuario escuchar la traducción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Integrar un sintetizador de voz en la aplicación móvil</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4** Cronograma de actividades

[illegible]

Fuente:Elaboración propia.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. *En Bolivia tres de cada 100 personas tienen alguna dificultad permanente.* En: <<https://www.ine.gob.bo/index.php/principales-indicadores/item/448-en-bolivia-tres-de-cada-100-personas-tienen-alguna-dificultad-permanente>>, (fecha de consulta 17/09/2018).
- [2] PÁGINA SIETE. *Un traductor a lenguaje de señas en su celular.* En: <https://www.paginasiete.bo/miradas/2017/8/27/traductor-lenguaje-senas-celular-149830.html>
- [3] TECNOMAGAZINE. *Google Gesture: la nueva app que traduce el lenguaje de señas en lenguaje oral.* En: <<https://tecnomagazine.net/2014/06/21/google-gesture-un-app-que-traduce-el-lenguaje-por-senas/>>, (fecha de consulta 27/08/2018).
- [4] SHOWLEAP. *Showleap, el traductor de señas en tiempo real.* En: <<https://www.showleap.com/>>, (fecha de consulta 27/08/2018).
- [5] DW. MIVOS: *Traductor para sordomudos.* En: <<https://www.dw.com/es/mivos-traductor-para-sordomudos/av-42523294>>, (fecha de consulta 29/08/2018).
- [6] XATAKA. *Kinect traduce el lenguaje de signos a lenguaje hablado.* En: <<https://www.xataka.com/videojuegos/kinect-traduce-el-lenguaje-de-signos-a-lenguaje-hablado>>, (fecha de consulta 29/08/2018).
- [7] LOS TIEMPOS. *Personas sordas afrontan barreras de comunicación en instituciones.* En: <<http://www.lostiempos.com/actualidad/cochabamba/20180122/personas-sordas-afrontan-barreras-comunicacion-instituciones>>, (fecha de consulta 03/09/2018).
- [8] EL COMERCIO. *Jóvenes crean una app que traduce voz a lenguaje de señas.* En: <<https://elcomercio.pe/tecnologia/inventos/traductor-jovenes-crean-app-traduce-voz-lenguaje-senas-noticia-497375>>, (fecha de consulta 05/09/2018).
- [9] COLECCIÓN DE TESIS DIGITALES. *Reconocimiento de Objetos Bidimensionales en Imágenes mediante la Transformada de Distancia.* En:



<[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/mendieta\\_d\\_d/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/mendieta_d_d/)>, (fecha de consulta 03/10/2018).

[10]CHEOK, Ming Jin & OMAR, Zaid & HISHAM JAWARD, Mohamed. (2016). *A mobile application of American sign language translation via image processing algorithms*. 104-109. 10.1109/TENCONSpring.2016.7519386.

[11]GUARDINO, Caroline & CHUAN, Ching-Hua & REGINA, Eric. (2014). *American Sign Language Recognition Using Leap Motion Sensor*. 10.1109/ICMLA.2014.110.

[12]BOLIVIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2013). *Discapacidad Auditiva - Investigación educativa, comprensión de la discapacidad VI*. Viceministerio de Educación Superior de Formación Profesional/Dirección General de Formación de Maestros. La Paz -Bolivia.

[13] ALPAYDIN, Ethem, *Introduction to Machine Learning — 2nd ed.* (2010). London. The MIT Press.

[14] BOLIVIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2010). *Curso de enseñanza de la lengua de señas boliviana. Módulo 1*. La Paz. Ministerio de Educación.

[15]BOLIVIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2010). *Curso de enseñanza de la lengua de señas boliviana. Módulo 2*. La Paz. Ministerio de Educación.

[16] BOLIVIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2010). *Curso de enseñanza de la lengua de señas boliviana. Módulo 4*. La Paz. Ministerio de Educación.

[17] NILSSON, Nils J, *Introduction to Machine Learning. An early draft of a proposed textbook*. (1998). London. Stanford University.