

# Desarrollo de una Interfaz para el Aprendizaje y reconocimiento Automático del Lenguaje de Signos

Fabián Sáenz, Esteban Chacón, Carlos Romero

[fgsaenz@espe.edu.ec](mailto:fgsaenz@espe.edu.ec), [eechacon@espe.edu.ec](mailto:eechacon@espe.edu.ec), [cgromero@espe.edu.ec](mailto:cgromero@espe.edu.ec)  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

## Resumen

El presente documento, detalla el desarrollo de una interfaz gráfica para la enseñanza del abecedario a personas sordas analfabetas y otra interfaz para el reconocimiento automático de signos realizados con una mano.

*Palabras clave:* Interfaz, signos, discapacidad, dialecto.

## Abstract

This paper details the development of a graphical interface for teaching the alphabet illiterate deaf and another interface for the automatic detection of signs made with one hand.

*Keywords:* interface, signals, disability, dialect.

## 1. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud, se estima que el 15 por ciento de la población mundial, esto es 900 millones de personas, están afectadas por alguna discapacidad física, psíquica o sensorial, estas discapacidades dificultan su desarrollo personal e integración social según R. Koon [1]. El Ecuador cuenta con 15'471.000 habitantes, de los cuales el 5.64 % poseen algún tipo de discapacidad según la CONADIS [2]. Hasta 1950 la atención a las personas con capacidades especiales se realizaba bajo criterios de caridad y beneficencia. Más, a partir de este año, la ayuda se fue tecnificando gracias a las asociaciones de padres de familia, instituciones privadas y por los mismas personas con capacidades especiales. Por los años 70 los organismos públicos ampliaron la cobertura de atención respecto de salud, educación y bienestar social y en la década de los 80 las Naciones Unidas decretaron el año del impedido que posteriormente se convirtió en la década del impedido donde se promovió a nivel mundial políticas para

inserción social a las personas con capacidades especiales.

Las discapacidades se dividen en: auditiva, física, intelectual, de lenguaje, psicológico y visual. Para lo cual se enfocará en dos, la discapacidad auditiva y de lenguaje, puesto que en algunos casos están estrechamente relacionadas ya que una persona al no poder escuchar desde su nacimiento el lenguaje, pierde la capacidad de imitar los sonidos del habla. A nivel mundial existen 278 millones de personas sordas en el mundo, de estas, durante la etapa escolar hay muchos niños y niñas con esta discapacidad. En el Ecuador, el 20 por ciento de la población tiene algún tipo de sordera, lo que representa a unas 2'890.000 personas según las estadísticas recolectadas por la fundación FUNCORAT [3]. La sordera es una discapacidad invisible, por lo tanto genera problemas conductuales y de rendimiento cuando no es detectado. Para las personas con sordera profunda, su medio de comunicación con las demás es el lenguaje de signos, que consiste en comunicarse visualmente mediante gestos o mímicas, que es tan antiguo como el de las lenguas orales y posee variantes a nivel semántico dependiendo del lugar geográfico.

La concepción de lo que es discapacidad ha ido cambiando de lo que inicialmente era caridad y beneficencia a rehabilitación e inclusión y autonomía personal. Por lo que constantemente se generan leyes para ayudar a una mejor inclusión social, más en el presente se está aprovechando otra herramienta eficaz como lo es la tecnología. Alrededor del mundo se crean constantemente instrumentos, dispositivos y prótesis biónicas los cuales hacen que la diferencia entre personas con o sin discapacidad sea mínima y hasta nula. Respecto de las personas con discapacidad auditiva y del habla se organizan alrededor del mundo eventos como el Signo Lan Party donde se da a conocer las nuevas tecnologías para eliminar las barreras de la sordera mediante conferencias, debates y juegos en torno a las aplicaciones novedosas.

## 2. Problemática Social

Es importante comprender que los sordos profundos o hipoacúsicos de nacimiento presentan problemas en el aprendizaje de la lectoescritura, la razón de esto es en primer lugar porque no desarrollan el lenguaje, ya que por lo general son hijos de padres oyentes, quienes desconocen el lenguaje de señas o si no conocen lo practican muy poco frente al niño en sus primeras etapas de vida, por lo tanto el niño hipoacúsico crece sin un lenguaje natural propio para poder expresarse, tampoco llega a comprender a las personas de su alrededor y al ingresar este niño a la escuela, recién empieza el proceso de aprendizaje de la lengua de señas, la cual debió aprender desde los primeros días de nacido. Para cuando se enseña a leer y a escribir al niño hipoacúsico, éste no cuenta con un lenguaje que permita desarrollar sus ideas ni entender correctamente las instrucciones o significados que desea transmitir el docente.

El otro problema que existe en los sordos profundo de nacimiento es que cuando se les enseña a leer y escribir, se lo hace desde el punto de vista de los oyentes, los cuales tratan de enseñarles a asociar las palabras con fonemas. Por ejemplificar esta situación se les enseña a los niños en lenguaje de señas que la letra D es de Dado, pero como ellos nunca han escuchado la palabra Dado, asocian la letra con la figura cúbica que están observando, lo que carece de significado y pierde todo el propósito y valor didáctico para la enseñanza. Los niños hipoacúsicos aprenden a la fuerza y mecánicamente a leer y escribir, realizando repeticiones de lo que observan en la pizarra, sin entender lo que hacen, generando tedio, aburrimiento y frustración en las aulas, deviniendo en mayores retrasos en su aprendizaje escolar que de por sí lleva mucho atraso debido al tardío aprendizaje de la lengua de señas como lengua natural.

Los hipoacúsicos de nacimiento no desarrollan el lenguaje de señas desde temprana edad, como consecuencia se desarrolla únicamente el pensamiento concreto y pobremente el pensamiento abstracto, esto conlleva a problemas de comprensión de literatura abstracta como poemas, metáforas o incluso indicaciones que les acarrearán problemas en sus trabajos por la mala comprensión de las instrucciones y limita la capacidad de resolución de problemas.

### 2.1. Consecuencias y su solución

Una de las principales necesidades de todo ser humano es el de poder comunicarse correctamente con las personas de su entorno, en el caso de las personas con discapacidad auditiva o del lenguaje, este problema es su día a día, sobre todo si son analfabetas. Para la gente común es simple ordenar algo en un restaurante, sin embargo a personas con discapacidad, al no poder comunicarse correctamente, se ve envuelto en una

situación frustrante. La gente discrimina a las personas con discapacidad auditiva ya que consideran que los retrasan o son una carga que no les corresponde, debido a su ignorancia al no poder lidiar con una situación no tan común a lo que acostumbran, generando algunas veces inconscientemente discriminación. La discriminación crea problemas a nivel social ya que limita el desarrollo de la persona discriminada; el proyecto busca facilitar la comunicación y superar las barreras de la discapacidad auditiva.

Actualmente se busca aprovechar las nuevas tecnologías como dispositivos de pantalla táctil, alarmas lumínicas, amplificadores de audio, etc. La tecnología es útil, no cuando es más novedosa o aplicativa, sino cuando es accesible para las personas que lo necesitan. Es así que el gobierno se encuentra constantemente impulsando programas para discapacitados y les ayuda eximiéndolos de impuestos en ciertas importaciones del extranjero y así ayudar a las personas con capacidades especiales en el Ecuador. Es importante comprender que en personas con discapacidad auditiva, se presentan problemas en el aprendizaje de la lectoescritura y además, se ven muchos casos de analfabetismo, individuos cuyo único modo de comunicación es el lenguaje de señas. Razón por la cual se investiga constantemente a nivel mundial interfaces humano máquina que ayuden a una mejor comunicación, uno de estos dispositivos son guantes electrónicos, los mismos que constan de sensores adaptados a este dispositivo, mediante los cuales se convierten los movimientos de las manos en lenguaje hablado y/o textos que pueden ser vistos.

Esto coincide con la línea de investigación de las TICs de discapacidades de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. En otras universidades a nivel mundial se han realizado aplicaciones con este tipo de guantes, más son limitados por el número de signos pre-programados. La ventaja de este proyecto frente a los actuales es la capacidad de añadir nuevos signos por el usuario, permitiendo por primera vez un sistema similar al de los diccionarios de los celulares, generando un sistema dinámico que incluye signos locales y modismos propios de cada país, región o ciudad como sucede con el lenguaje oral.

La aplicación del presente proyecto es la de ayudar en la alfabetización de personas con discapacidad auditiva y del lenguaje por ser una herramienta didáctica. Y se propone que este proyecto posteriormente ingrese en los planes de alfabetización nacional por medio de la fundación Manuela Espejo. Además permite la inclusión laboral al permitir una mejor interacción entre personas con y sin discapacidad, por ejemplo que una persona por medio del lenguaje de señas se comunique con un operador a distancia.

El presente artículo consiste en el diseño de una interfaz hombre-máquina que permita mediante un guante electrónico, programable, con conexión mediante puerto USB. Con esta interfaz se va a

transformar signos a letras e imágenes, reconocimientos de signos de palabras que se realicen únicamente con el movimiento de la palma y los dedos de la mano, con la posibilidad de que si algún signo no se encuentre registrado en el software del guante, el usuario lo pueda agregarlo, siempre y cuando no cree conflicto con los signos predefinidos en el software del guante. Los símbolos que se realicen con el guante generarán señales que se enviarán mediante puerto USB a un computador, el cual procesará estas señales y mostrará textualmente y en audio el signo formado por la mano en la pantalla de cualquier computador donde se encuentre instalado el software de este proyecto, con la posibilidad de conectarse también de manera inalámbrica.

### 3. Lenguajes de signos y sus diferentes dialectos en el Ecuador

En 1620 se publica en España el primer libro en lenguaje de señas en el mundo para la enseñanza de personas sordas, que contenía un alfabeto manual similar en varias señas al alfabeto universal actual para personas sordas. En el año de 1755 se funda la primera escuela libre para sordos en París, Francia, donde se enseñó un sistema de gestos convencionales, mediante expresiones en el rostro y movimiento de las manos, realizaban símbolos que hacían pensar en el concepto deseado. Se pensó que con la creación de un idioma más estandarizado, se facilitaría la comunicación entre sordos y también con oyentes. Paralelamente en Alemania, Samuel Heinicke enseñó oralización y lectura a los sordos, fundando la primera escuela pública para sordos con reconocimiento gubernamental. Mediante el lenguaje de signos y la oralización se produce lo que actualmente se conoce como comunicación total, consiste en utilizar todos los medios disponibles para comunicarse y se encuentra en auge en los centros educativos. Thomas Hopkins Gallaudet viajó a Europa en 1815 con el fin de estudiar métodos de comunicación con las personas sordas y así ayudar a la joven hija sorda de su vecino. En París conoce a Laurent Clerc, instructor de lengua de señas de la escuela de París quien acompaña a Gallaudet de regreso a Estados Unidos y en 1817 se funda la primera escuela para personas sordas en Hartford, Connecticut. Para 1863 ya se habían establecido veintidós de estas escuelas a lo largo de Estados Unidos. En 1864 se funda la primera universidad de artes liberales para sordos en Washington, DC, denominada la Universidad Gallaudet, siendo la primera de su clase a nivel mundial.

El lenguaje de señas difiere de país a país, incluso dentro de un mismo país pueden existir distintas señas de ciudad a ciudad, por lo que existen diferentes gramáticas. Actualmente la lengua de señas Americana crece en popularidad, tanto en personas sordas como oyentes ya que el inglés es muy difundido en todo el

mundo y su sintaxis es muy conocida según Butterworth y Flodin [4].

Las personas sordas por naturaleza desarrollan signos o gestos visuales para comunicarse con las personas a su alrededor. La lengua de signos más estandarizada es la ASL (American Sign Language) la cual es una mezcla de signos de Francia del siglo XIX y las señas que posteriormente se fueron creando y refinando con el tiempo, generando el lenguaje de señas más completo. Aun así, muchas personas sordas prefieren utilizar las señas locales a utilizar señas estandarizadas por motivo de salvaguardar su cultura signante, generando también distintas formas gramaticales alrededor del mundo. Sin embargo se ha logrado universalizar el alfabeto dactilológico, que consiste en utilizar una mano donde la posición de los dedos de la mano representa a cada letra del alfabeto y de esta manera, signo por signo se deletrean palabras. La dactilología se la realiza con la mano dominante (derecha para los diestros y la izquierda para los zurdos). Es importante mencionar que en algunos países europeos existe un alfabeto de señas con dos manos, pero el oficial que fue aprobado por la Federación Mundial de Sordos es con una sola mano.

“Los signos representan ideas y no palabras individuales. Muchos signos son icónicos, es decir, utilizan una imagen visual para expresar una idea. El ejemplo más claro de esta categoría son los animales: la cornamenta del ciervo, la trompa del elefante, las orejas del burro, la barba y los cuernos de la cabra, etc. Algunos signos también se representan realizando una acción, esto pasa con la leche, el café, el amor o el crecimiento. Hay otros signos que son arbitrarios y no se sabe el porqué de sus formaciones”, tomado de la página web Lenguaje de Sordos [5].

En eventos internacionales como juegos olímpicos para sordos se utiliza el gestuno que es un término italiano y significa unión de lenguas de signos. Es una lengua internacional inventada y difundida por la Federación Mundial de Sordos en 1951. Para crear el gestuno se buscaron los signos más comunes entre sí a nivel mundial y las señas más fáciles de realizar con el fin de crear una lengua fácil de aprender. Se publicó un libro con 1500 signos para utilizarse a nivel internacional, pero sin gramática definida. Sin embargo la lengua de signos va ganando cada vez más prestigio e incluso en algunas universidades cuentan como créditos de idioma extranjero según Lenguaje de Sordos [5].

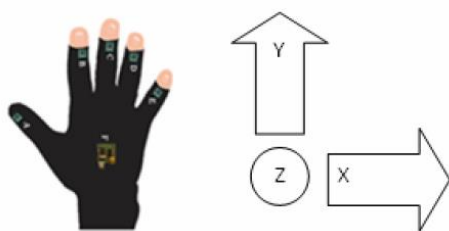
La actual asociación de personas sordas de Pichincha en 1982, conocida entonces como Sociedad de Sordos Adultos Fray Luis Ponce de León, firmó un acuerdo con la Fundación Interamericana denominado Proyecto Mano a Mano en el que se estipula la creación de un diccionario de lengua de señas ecuatoriana, el cual se publicó en 1987 con el nombre Lenguaje de Señas: Guía Básica Sobre una Comunicación Especial Tomo I, información obtenida de la página web Sordos Ecuador [6].

El 15 de octubre de 2012 se lanza el primer Diccionario Oficial de la Lengua de Señas Ecuatoriana, a cargo del entonces Vicepresidente de La República del Ecuador, Lenin Moreno, consta de dos tomos que recopilan cerca de cuatro mil señas, se encuentran ilustradas gráficamente y descritas textualmente, además de un anexo con 300 señas en las que se incluyen los nombres de provincias y ciudades del Ecuador. Este diccionario se lo distribuye de manera gratuita en formato impreso y digital a quienes utilizan el lenguaje de señas, personas con discapacidad y funcionarios de instituciones públicas encargados de la atención a personas con discapacidad auditiva. En el Ecuador el 95 % de los niños y niñas nace en hogares con padres oyentes, más gracias a la Misión Solidaria Manuela Espejo en conjunto con la FENASEC (Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador) se realizan constantemente cursos de capacitación para padres de personas sordas, intérpretes y personas que trabajan con personas con discapacidad auditiva, según el Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano [7].

#### 4. Funcionamiento del Guante para generar la interfaz

El guante utilizado para este proyecto es el AcceleGlove, que fue desarrollado por la compañía AnthroTronix bajo el proyecto de investigación e innovación para pequeños negocios en conjunto con la Armada de los Estados Unidos y el departamento de Educación del mismo país. El AcceleGlove es un instrumento que nos permite reconocer los gestos realizados con las manos mediante seis acelerómetros, un acelerómetro para cada dedo y uno en la palma de la mano como se muestra en la Fig. 1. Cada acelerómetro posee tres sensores que determinan las coordenadas X, Y y Z respectivamente, tomando como referencia el vector gravitacional que en cualquier punto de la Tierra se dirige al mismo centro de manera que el eje Z es perpendicular a esta fuerza y el plano X-Y es perpendicular al eje Z. El AcceleGlove ha sido utilizado en proyectos de robótica, rehabilitación médica y telemedicina, juegos y entrenamiento en ambientes virtuales.

Fig. 1. Posición de sensores y ejes



Las especificaciones físicas del guante electrónico AcceleGlove se encuentran en la Tabla 1.

Tabla 1

Elemento	Descripción
Sensores	Seis acelerómetros de 3 ejes
Material	Nylon
Interfaz de la Computadora	Puerto Serial Virtual USB
Ajustes de Puerto	38400 bps, 8 bits de dato, sin paridad, un bit de parada y sin control del flujo
Voltaje de Alimentación	5 Voltios vía USB
Resolución de la Señal de Salida	8 a 10 bits
Rango	180 Grados de orientación
Tasa de Muestreo Máxima	120 Hz
Peso	54 Gramos

Para mayor comodidad del usuario al utilizar el AcceleGlove, opcionalmente se puede adquirir un módulo inalámbrico que se conecta a la computadora mediante tecnología Bluetooth y al guante mediante cable como muestra en la Fig. 2, consiste en un módulo con una correa de velcro para sujetar el módulo al brazo en el que se utiliza el guante. En caso de que la computadora no posea la capacidad de realizar conexiones Bluetooth se puede adquirir adaptadores Bluetooth USB que son parecidos a una Memoria Flash USB. El módulo inalámbrico del AcceleGlove viene con una batería recargable en su interior y un cargador de pared.

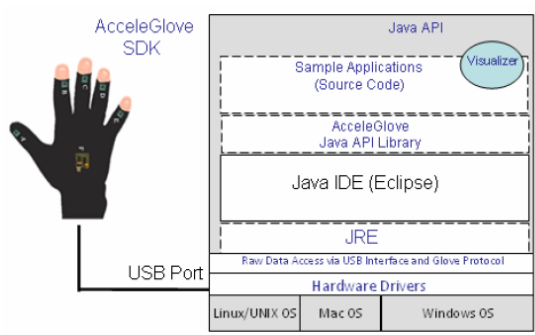
Fig. 2. Módulo inalámbrico del AcceleGlove



#### 5. Características del Software para la interfaz

El AcceleGlove es un guante diseñado para investigación, por lo que viene con un software para programadores denominado AcceleGlove SDK (Software Development Kit), el cual es un conjunto de herramientas para desarrollar los programas que interactúan con el guante y cuya arquitectura se muestra en la Fig. 3, donde se leen los datos obtenidos por los sensores del guante mediante los drivers que vienen incluidos en un cd con el AcceleGlove para la comunicación del guante vía USB para Windows (32 y 64 Bits), Mac OS X y Linux. Otro modo de leer los sensores del guante es mediante el Java API (Application Programming Interface) incluido en el AcceleGlove SDK, denominado Raw Data Stream API, el cual funciona en las arquitecturas de 32 Bits de Windows, Mac OS X y Linux.

Fig. 3. Diagrama de los componentes del SDK



Para el desarrollo de la interface es necesario tener instalado en el computador JRE (Java Runtime Enviroment) 5 o mayor y Eclipse Java IDE (Integrated Development Enviroment) para la compilación, depuración y ejecución de los códigos creados para la interfaz generada entre el AcceleGlove, el computador y el usuario.

Para comprobar el funcionamiento del guante, se utiliza el software AcceleGlove Visualizer donde se crea una gráfica por cada sensor y dentro de cada gráfica existen tres curvas con color rojo, verde y amarillo que representa el desplazamiento del sensor en los ejes X, Y y Z respectivamente. Todo el software antes mencionado, incluyendo los drivers y el AcceleGlove SDK, se los puede descargar de internet en el link

<http://accele-glove.com/downloads/AcceleGloveSDK1.1.1.zip>.

Para la comunicación entre el AcceleGlove y la computadora, se utiliza un protocolo de comunicación simple, propio del AcceleGlove, basado en requerimientos, donde la computadora envía requerimientos al AcceleGlove enviando caracteres ASCII y los datos que retornan pueden ser en ACII o en formato binario. Usando el HyperTerminal en Windows o MacWise en Mac OS se puede probar y calibrar este protocolo. Cuando la computadora hace el requerimiento de la ubicación espacial de cada sensor, se lee cada sensor en el siguiente orden: pulgar, índice, medio, anular, meñique, palma de la mano y conexión al brazo (en el caso de que esté conectado el módulo inalámbrico). Se envía flujos de 18 valores ASCII separados por espacios en cada petición. Cada valor es un byte que representa a un número de 8 bits entero sin signo.

## 6. Desarrollo productivo basado en TICs de Discapacidades

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua, la discapacidad es la cualidad de una persona que tiene impedida o entorpecida alguna de las

actividades cotidianas consideradas normales, por alteración de sus funciones intelectuales o físicas. La sociedad tiende a discriminar a las personas con discapacidad, ya que las considera una carga, destruyendo de esta manera su autoestima, sobre todo en los casos donde se lo realiza mediante el bullying. Para aliviar esta situación y lograr una verdadera inclusión social de las personas con discapacidad, se crean constantemente nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), generando en estas personas desarrollo personal y autoestima, promoviendo un mejor estilo de vida.

La sordera es una discapacidad invisible donde el individuo puede escuchar parcialmente algunos sonidos o ninguno en absoluto, el término correcto al referirse a una persona con esta cualidad es persona sorda y referirse como sordomudo es considerado por la comunidad sorda como una ofensa. Existe una diferencia concerniente al lenguaje entre los que nacieron siendo sordo profundo y los que perdieron la audición después de haber desarrollado su lenguaje. Es muy importante para el desarrollo del lenguaje de todo niño o niña el que desde su nacimiento se encuentre en contacto con un lenguaje natural y espontáneo. En el caso de los niños y niñas oyentes, desde que nacen escuchan a sus padres y demás personas a su alrededor el idioma propio de su respectiva región. En cambio en el caso de los niños sordos, al ser en su gran mayoría hijos de padres oyentes, pierden la oportunidad de aprender un lenguaje con el cual expresarse hasta que los llevan a institutos donde aprenden el lenguaje de señas, sin embargo todo el tiempo perdido en el que no desarrollaron su lenguaje frena su desarrollo cognitivo, generando dificultades para desarrollar pensamiento abstracto y se desarrolla mayoritariamente el pensamiento concreto. El pensamiento abstracto es clave para desarrollar la imaginación y la habilidad de relacionar objetos o situaciones que nos son implícitas, lo que desemboca en problemas graves de lectura, no referente a asociar las palabras con los objetos, pero si en comprender el contenido escrito, las ideas inmersas en el papel y lo que se dice entre líneas como son las metáforas. El problema de la falta de abstracción ha llevado a problemas de aprendizaje a nivel escolar y a nivel empresarial debido a que comprenden las instrucciones de manera errónea reduciendo aún más sus oportunidades laborales. Estos casos no se observan en las personas que después de haber sido oyentes y desarrollado su lenguaje han perdido completa o parcialmente su audición, ya que su desarrollo cognitivo fue desarrollado en su infancia. Para cambiar esta situación se desarrollan constantemente metodologías y programas informáticos dedicados a fomentar el pensamiento abstracto durante los primeros años de la etapa escolar y como primer paso se busca acelerar el proceso de aprendizaje de lectura, ya que mediante la lectura de historias se fomenta la imaginación y se activan varios procesos de desarrollo cognitivo.

Los niños han demostrado un gran apego a la tecnología y se utiliza en la educación con software interactivo en computadoras y tablets, juguetes electrónicos didácticos y robots. Se propone como un recurso pedagógico adicional, la utilización del guante AcceleGlove para la enseñanza del alfabeto a personas sordas, la opción de añadir nuevos signos que permitan la expansión de la enseñanza de señas. Se aprovecha una de las grandes cualidades de las personas sordas, donde su memoria visual es altamente desarrollada. Esto se ha demostrado sobre todo en los exámenes de historia en preguntas donde debían correlacionar nombres de filósofos con sus respectivas frases o ideologías, las y los estudiantes sordos dibujaban los rostros de los filósofos para recordar sus respectivas frases o pensamientos. Tomando en cuenta lo anterior, las letras serán asociadas con imágenes en formato GIF que tengan formas similares a las letras de manera que la interfaz de usuario entre el AcceleGlove, la computadora y la persona sorda sea didáctica y enfocada a los procesos de aprendizaje visuales en lugar de enseñar las imágenes que se utilizan para enseñar a los oyentes, las cuales únicamente guardan una relación fonética con las letras a enseñarse y como beneficio adicional el mejoramiento de la destreza en la coordinación mano-ojo.

## 7. Analisis del Lenguaje de Signos y sus Diferentes Dialectos en el Ecuador

Han pasado casi 4 siglos desde la publicación del primer libro de lenguaje de señas en el mundo y como todo lenguaje, cuando la sociedad evoluciona también evoluciona y se hace más compleja su lengua. Las personas sordas de todo el mundo han creado su propia cultura con identidad y expresiones. Esto ha generado distintos tipos de señas a nivel mundial y al ser estas señas parte de su identidad, es difícil el crear un lenguaje de señas estandarizado, ya que esto implicaría violentar su cultura, igual que sucede con diferentes idiomas a nivel mundial. Sin embargo, la creación del gestuno, muestra la búsqueda de crear una lengua universal, no obstante, debido a la inversión e investigación por parte de Estados Unidos en ASL y el hecho de que la gramática inglesa es la más conocida en todas las regiones del mundo, hacen que muchas personas sordas e intérpretes opten por elegir la ASL como candidata para universalizarse.

El lenguaje hablado y escrito transmite ideas mediante un conjunto de palabras que forman frases con significado lingüístico. En cambio, en el lenguaje de signos, se transmiten las ideas con cada signo y no palabra por palabra y sin la utilización de artículos, preposiciones o conjunciones, haciendo este lenguaje el más rápido para comunicarse entre personas. Todo objeto posee un signo propio de cada lugar y solo cuando es desconocido su significado o en un dictado

se utiliza la dactilología para deletrear la palabra y acto seguido se vuelve a utilizar el signo. Cuando se presenta una persona, ésta puede deletrear su nombre mediante dactilología, más la misma posteriormente adoptará un signo específico que la represente.

La lengua de signos en el Ecuador posee sus signos particulares para los objetos a su alrededor y para las distintas acciones que se pueden realizar. La mayoría de signos que son utilizados para describir acciones, son en tiempo presente. Del mismo modo, existen varios signos que utilizan las dos manos realizando gestos asimétricos. Aunque se ha elaborado la recopilación de los signos de todo el Ecuador en un diccionario para sordos, no se ha realizado un estudio lingüístico que permita definir una gramática. Sin embargo, existen varias escuelas para sordos en el país donde se enseña el lenguaje de señas impulsándose la antes denominada comunicación total.

## 8. Programación de la Aplicación para Discapacitados

El lenguaje de programación para crear la aplicación de reconocimiento de signos es Java. El programa se realizó en la plataforma de desarrollo NetBeans IDE versión 7.3, la cual fue elegida por ser de licencia gratuita, fácil uso, gran cantidad de librerías y con una interfaz gráfica sencilla.

El nombre del proyecto creado en NetBeans IDE es ReconocimientoSignos del tipo aplicación Java Standard Edition. Consta de una clase principal donde se aloja el método main, que constituye el primer método que se llama cuando se inicia una aplicación de Java, cuatro jFrames donde se despliegan las cuatro ventanas que integran el proyecto, dos JPanel donde se genera los fondos de las cuatro ventanas, una clase de Java con métodos de escritura y lectura de la base de datos y un paquete que contiene las imágenes y sonidos del programa de Reconocimiento de Signos. Las clases principales se describen a continuación:

**JFrame Interfaz.java.-** Posee un fondo implementado por el JPanel FondoInterfaz.java. Este JFrame contiene dos métodos denominados actionPerformed que cierran la ventana actual Interfaz.java y abren el JFrame Dactilologia.java o RecPalabra.java.

**JFrame Dactilologia.java.-** Posee un fondo implementado por el JPanel FondoInterfaz2.java. Este JFrame posee un JSlider que actualiza el valor de la precisión la cual es la diferencia mínima que existe entre los valores de los sensores obtenidos por el AcceleGlove y los valores guardados en la base de datos. En esta interfaz se reconocen las 27 letras del alfabeto español según la Real Academia Española [8] y las asocia con el alfabeto internacional de señas. La base de datos donde se encuentra la información a ser comparada se denomina BaseDDatosLetras.est y se lo puede modificar con cualquier editor de texto. El algoritmo mediante el cual se busca los valores a

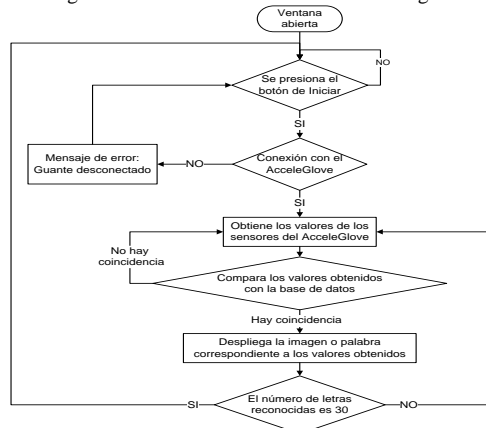


comparar en la base de datos es denominado búsqueda secuencial que se caracteriza por buscar desde el primero hasta el último elemento de la base de datos de manera consecutiva. El proceso que se realiza para el reconocimiento de signos se muestra en la Fig. 4 mediante un diagrama de flujo. Las letras aparecen en dos jTextField, que pueden ser borrados mediante el botón denominado Borrar Letras y la ejecución del reconocimiento de letras puede ser pausada en cualquier momento al pulsar por segunda vez el botón iniciar, que se identifica con el ícono de pausa, ícono que aparece cuando se pulsa el botón de inicio.

**JFrame RecPalabras.java.-** Posee un fondo implementado por el JPanel FondoInterfaz2.java. Este JFrame posee un jSlider que actualiza el valor de la precisión, la cual es la diferencia mínima que existe entre los valores de los sensores obtenidos por el AcceleGlove y los valores guardados en la base de datos. En esta interfaz se reconocen 23 palabras básicas, seleccionadas por la frecuencia de uso y necesidad en caso de emergencia. En caso de necesitarse nuevas palabras se las puede añadir mediante el botón añadir nueva palabra. La base de datos donde se encuentra la información a ser comparada se denomina BaseDDatosPalabras.est y se lo puede modificar con cualquier editor de texto. El algoritmo mediante el cual se busca los valores a comparar en la base de datos es búsqueda binomial que se caracteriza por buscar desde el primer elemento de la base de datos, posteriormente el último elemento, después el segundo elemento, a continuación el penúltimo elemento y de la misma manera sucesivamente hasta llegar al elemento central de la base de datos. El proceso que se realiza para el reconocimiento de signos se muestra en la Fig. 4 mediante un diagrama de flujo. Las palabras aparecen una por fila en un JTextArea y la ejecución del reconocimiento de palabras puede ser pausada en cualquier momento al pulsar por segundo vez el botón iniciar, que se identifica con el ícono de pausa, ícono que aparece cuando se pulsa el botón de inicio.

**JFrame NuevaPalabra.java.-** Posee un fondo implementado por el JPanel FondoInterfaz.java. Este JFrame posee dos jTextField donde en el primero se ingresa la nueva palabra a ser añadida y en el segundo se ingresa el nombre del archivo de sonido sin su extensión. Un jButton denominado RecSig con el ícono de grabar que permite crear una nueva entrada en la base de datos BaseDDatosPalabras.est con la información proporcionada en los cuadros de texto y los valores de los sensores.

Fig. 4. Procedimiento reconocimiento de signos



**IOFile.java.-** En este archivo se encuentran los métodos para escritura, lectura, modificación y eliminación de archivos del tipo texto plano. Cuando se escribe en un archivo y este no existe, crea un nuevo archivo con el nombre y la extensión especificada. Las bases de datos del presente proyecto se crearon con extensión .est con el fin de proteger la integridad de los datos y que los archivos parezcan no ser modificables a simple vista hasta que se haya leído el manual para la correcta modificación en los archivos de base de datos. Las cuatro pantallas que presenta el programa de Reconocimiento de Signos se encuentran en la Fig. 5, donde se observa el orden en que pueden aparecer.

Fig. 5. Pantallas de la Interfaz del Programa



## 9. Programación de la Aplicación para Discapitados

Las letras para la enseñanza del abecedario son las letras A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, Ñ, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y y Z que propone la Real Academia Española, [8], la cual explica que las letras ch, ll y rr son excluidas del abecedario por ser el conjunto de dos letras. Las letras a ser enseñadas son en mayúsculas por su facilidad de aprendizaje, debido

a que sus líneas son más rectas, fáciles de realizar al escribir para las personas y son más fáciles de recordar que las minúsculas según Richford [9]. Las letras son asociadas a imágenes consecuentes en forma y nombre en español de extensión .gif como se muestra en la tabla y contribuyen al correcto, fácil y rápido aprendizaje del alfabeto español.

Las señas correspondientes a cada letra del abecedario se basan en la investigación realizada por la Sociedad de Sordos Adultos “Fray Luis Ponce de León” [10], donde se define los signos de la lengua de señas ecuatoriana que a su vez se divide en las propias de Quito y señas de Guayaquil que entre si tienen ligeras diferencias, de la misma manera que existen modismos en el habla de estas dos ciudades. Representar manualmente cada una de las letras se denomina dactilología y es diferente en cada país debido a que la lengua de señas de cada uno de ellos es considerada parte de su cultura y crear un sistema de señas universales atenta contra la identidad cultural de los sordos.

Para la adición de palabras se debe tomar en cuenta que no es lo mismo el lenguaje de signos y el lenguaje español signado, este último transmite ideas y pensamientos mediante una secuencia de palabras signadas ordenadas y siguiendo reglas gramaticales propias del idioma español, mientras que en el lenguaje de signos mediante señas realizadas con manos, brazos y gestos en el rostro se transmite toda la idea directamente, siguiendo reglas propias del lugar que no necesariamente son las mismas que en su lengua hablada. Los signos que se pueden añadir a la base de datos de palabras se pueden realizar con las dos manos tomando en cuenta que solo se reconoce el signo que se realiza con una mano. Las señas básicas añadidas en este proyecto son: los pronombres personales, pronombres interrogativos, preposiciones, saludos, familia y verbos necesarios para asistencia de una persona con discapacidad, todas las señas tienen un archivo de audio asociado que se reproduce cuando el signo es reconocido. Para la mejor experiencia del usuario, se utilizan las señas del Diccionario Oficial de Lengua de Señas Ecuatoriana, sin embargo estas pueden ser modificadas según requiera.

## 10. Conclusiones

El enseñar las letras del abecedario mediante la asociación de imágenes cuyas figuras coinciden con la forma de las letras, permite aprender el alfabeto de mejor manera, debido a que concuerda con los procesos cognitivos del aprendizaje visual en una persona sorda. Atrae la atención de la persona, mantiene al usuario concentrado durante todo el proceso de aprendizaje y mejora la destreza de asociación de imágenes e ideas.

La velocidad, mínima para el reconocimiento de signos es igual al periodo de tiempo más corto al decir una palabra, que es 0.3 segundos en promedio, debido a

que en el lenguaje hablado o escrito se lo realiza palabra por palabra, generando una marcada diferencia de velocidad en comparación al lenguaje de signos el cual transmite ideas en lugar de palabras siendo un lenguaje mucho más veloz.

Para el reconocimiento de palabras cuyo signo tiene una o varias posiciones, identifica la posición inicial del signo y realiza el seguimiento por 1.5 segundos a que se realice la posición final del signo para confirmar o descartar la palabra signada es la estimada.

El guante electrónico AcceleGlove con el que se realizó las pruebas es izquierdo, siendo funcional para la interfaz creada, ya que según las convenciones realizadas por la Federación Mundial de Sordos, las señas se realizan con la mano dominante, al no interferir en la comunicación el hecho de utilizar una u otra mano.

La velocidad de transmisión es óptima para que la aplicación funcione en tiempo real en cualquier generación de puerto USB, debido a que la tasa máxima de transmisión necesaria es de 34 KBits/s.

El manual de usuario creado se encuentra de modo escrito en la carpeta del Programa de Reconocimiento de Signos y de manera audiovisual en YouTube en la dirección web: <http://youtu.be/gZNY55J05SQ> disponible de manera pública.

## Referencias

- [1] Koon, R. A., & Vega, M. E. (s.f.). Atención a la diversidad. Obtenido de <http://diversidad.murciaeduca.es/tecnoneet/docs/2000/14-2000.pdf>.
- [2] CONADIS. (Abril de 2013). CONADIS. Obtenido de [http://www.conadis.gob.ec/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=69](http://www.conadis.gob.ec/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=69).
- [3] FUNCORAT. (s.f.). VIVIR LA SORDERA. Obtenido de <http://smart-track.info/vivir-sordera/SorderaenelEcuadorHoy.aspx>.
- [4] Butterworth, R., & Flodin, M. (1995). sitiodesordos.com.ar. Obtenido de [http://www.sitiodesordos.com.ar/historia\\_lsa.htm](http://www.sitiodesordos.com.ar/historia_lsa.htm).
- [5] Lenguaje de Sordos. (2013). Lenguaje de Sordos Historia. Obtenido de <http://www.lenguajesordos.com/essign/history.asp>.
- [6] Sordos Ecuador. (2013). Sordos Ecuador. Obtenido de <http://www.sordosecuador.com/lengua-de-senas/>.
- [7] Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano. Obtenido de <http://www.conocimiento.gob.ec/ecuador-cuenta-con-diccionario-oficial-de-lengua-de-senas/>.
- [8] Real Academia Española. (2013). Real Academia Española. Obtenido de <http://rae.es/consultas/exclusion-de-ch-y-ll-del-alfabetario>.
- [9] Richford, N. ((s. f.)). eHow en Español. Obtenido de [http://www.ehowenespanol.com/escribir-letras-del-alfabeto-como\\_30195/](http://www.ehowenespanol.com/escribir-letras-del-alfabeto-como_30195/).
- [10] Sociedad de Sordos Adultos “Fray Luis Ponce de León”. (2013). Lenguaje de Señas: Guía Básica Sobre una Comunicación Especial Tomo I. Obtenido de Sordos Ecuador: <http://www.sordosecuador.com/lengua-de-senas/>.



*Dirección de Contacto del Autor/es:*

**Fabián Gustavo Sáenz Enderica**  
Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE  
Sangolquí  
Ecuador  
e-mail: fgsaenz@espe.edu.ec  
sitio web: <http://www.espe.edu.ec>

**Esteban Chacón**  
Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE  
Sangolquí  
Ecuador  
e-mail: eechacon@espe.edu.ec  
sitio web: <http://www.espe.edu.ec>

**Carlos Gabriel Romero Gallardo**  
Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE  
Sangolquí  
Ecuador  
e-mail: cgromero@espe.edu.ec  
sitio web: <http://www.espe.edu.ec>

---

Fabián Gustavo Sáenz Enderica.  
Ingeniero en Electrónica, Master em Ciencias em Ingeniería  
Electrónica, Especialista em Redes y en Administración y  
Regulación de las Telecomunicaciones y actualmente cursa  
el Doctorado em Ciencias Informáticas de la UNLP

---

---

Esteban Chacón, está con el Departamento de Eléctrica  
y Electrónica en Redes y Comunicación de Datos,  
Universidad De Las Fuerzas Armadas – ESPE.

---

---

Carlos Gabriel Romero Gallardo  
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, especialista  
em proyectos de investigación, Docente de Electrónica y  
Telecomunicaciones y Redes de Datos, actualmente cursa el  
Doctorado em Ciencias Informáticas de la UNLP

---