

---

**CONGRESO  
IBEROAMERICANO**  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

---

**CONGRESSO  
IBERO-AMERICANO**  
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRO 2014

**SISTEMA VLSC  
SISTEMA INTELIGENTE DE RECONOCIMIENTO DE VOZ  
PARA LA TRADUCCIÓN DEL LENGUAJE VERBAL A  
LA LENGUA DE SEÑAS COLOMBIANA.**

BERNAL, S.

**SISTEMA VLSC  
SISTEMA INTELIGENTE DE RECONOCIMIENTO DE VOZ  
PARA LA TRADUCCIÓN DEL LENGUAJE VERBAL A  
LA LENGUA DE SEÑAS COLOMBIANA.**

**AUTORA.**

Sindey Carolina Bernal Villamarin

Licenciada en Diseño Tecnológico

Magister en Tecnologías de la información aplicadas a la educación. Docente

Tecnología e Informática Secretaria de Educación del Distrito

Docente Facultad de Ciencias y Tecnologías Universidad Santo Tomas

[sbernal@redacademica.edu.co](mailto:sbernal@redacademica.edu.co)

[sindeybernal@ustadistancia.edu.co](mailto:sindeybernal@ustadistancia.edu.co)

Bogotá, Colombia.

**Apoyo desarrollo de las fases de investigación I-II**

John Jairo Páez Rodríguez

Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Miguel Ángel Real Osorio

Docente Tecnología e Informática

Diseño y edición

Wilson Casas

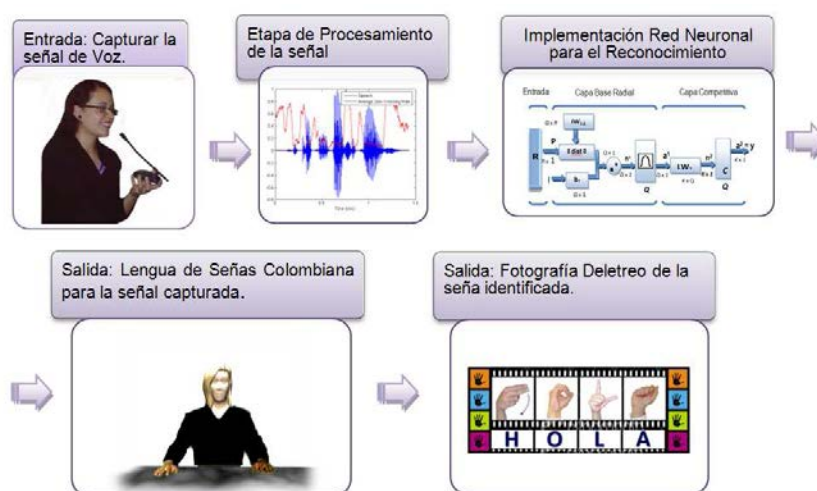
Docente de Tecnología

Documentación.

## RESUMEN.

El Sistema Inteligente de reconocimiento de voz para la traducción del lenguaje verbal a la lengua de señas colombiana (VLSC), surge a partir de la inclusión de los estudiantes sordos a la formación en la educación superior en la Universidad Pedagógica Nacional, donde se brinda el apoyo de un intérprete para facilitar la comunicación con los docentes y compañeros de clase sin embargo no se cuenta con herramientas técnicas o tecnológicas para apoyar los procesos de comunicación entre los estudiantes sordos y los docentes oyentes. El diseño del sistema utiliza la implementación de redes neuronales aplicadas al reconocimiento de patrones de voz desarrollado en Matlab; complementado con el diseño de un modelo tridimensional de una persona que representa el lenguaje de señas colombiano para generar el proceso de comunicación básico con el estudiante sordo. La validación del sistema VLSC se realizó en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia con estudiantes de la comunidad sorda para determinar la eficiencia de la red neuronal probabilística, la facilidad de comprensión de la interfaz gráfica y finalmente las grandes proyecciones que tiene el sistema en el ámbito educativo para el apoyo de la formación de los estudiantes sordos. El proceso de validación en términos de integración del Sistema como herramienta de apoyo se evaluó con docentes de la Universidad Pedagógica Nacional, donde se determinó el grado de eficacia del sistema de acuerdo al porcentaje de reconocimiento de voz de cada una de las palabras determinadas para el sistema VLSC. El Sistema VLSC se inició trabajando con reconocimiento de voz, sin embargo actualmente se fortaleció con la implementación del sistema con señales Electroencefalograficas con el fin educativo de las personas sordas. La imagen 1 muestra el proceso desarrollado en el sistema VLSC, descrito a continuación:

- Entrada. El oyente pronuncia la palabra a reconocer.
- Etapa de procesamiento de la señal capturada desarrollada en Matlab.
- Implementación de la red Neuronal para el reconocimiento de la palabra pronunciada por el oyente.
- Salidas. Se visualiza la animación tridimensional y el deletreo de la seña reconocida.
- Fortalecer procesos de comunicación en el manejo de la lengua de señas colombiana entre el docente oyente y el estudiante sordo.



**PALABRAS CLAVES.** Integración escolar, Reconocimiento de voz, Lengua de Señas Colombiana, Redes Neuronales.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente asegurar un ambiente propicio y favorable para el aprendizaje de las personas sordas es reconocido según la normatividad vigente y sustentado por los resultados de la experiencia y la investigación pedagógica. La experiencia de integración de estudiantes sordos usuarios del español en instituciones de educación regular se viene desarrollando desde la implementación de la ley 115 de 1994 en Colombia. El INSTITUTO NACIONAL PARA SORDOS (*INSOR*) ha identificado que el reconocimiento de la condición lingüística de la población sorda posibilita ampliar la cobertura educativa con base en los principios del respeto por la diferencia y la equidad, aportando las posibilidades de proyección de las personas sordas para dar continuidad a sus estudios a nivel tecnológico y universitario que contribuyen a que ellos participen activamente en los procesos educativos. En cuanto al estudiante, el requisito fundamental se relaciona con su competencia comunicativa en el español, que se constituye en el idioma a través del cual transcurre su ciclo de formación académica; para esto se hace indispensable que se le garanticen los apoyos técnicos y tecnológicos que requieran según sus necesidades particulares. La integración escolar es sinónimo de integración social porque al reunir a estudiantes oyentes y sordos, se generan ambientes de convivencia, respeto y tolerancia. (Garrido, 1993). Para satisfacer las necesidades del aprendizaje en las personas sordas se requiere estructurar y caracterizar las estrategias pedagógicas y el material didáctico en función de las particularidades lingüísticas de la personas, de tal manera que favorezca el desarrollo de niveles de motivación, competitividad y realización personal. El aprendizaje se articula con el reconocimiento de sí mismo y de los demás permitiendo un proceso de construcción de identidad. A través de la educación se crea y se difunde el progreso cultural, científico y tecnológico, además se construye y se crea una ética de convivencia y equidad que fortalece el desarrollo integral de la persona y de la sociedad. Las personas sordas tienen acceso a la educación ya que la igualdad de oportunidades educativas no está limitada. Por esta razón desde el año 2008 se inició la primera etapa del proyecto de investigación del SISTEMA VLSC, el cual se ha desarrollado y fortalecido hasta la actualidad con apoyo de docentes de la Universidad Pedagógica Nacional y Universidad Francisco José de Caldas.

## METODOLOGÍA.

Se seleccionó la metodología de diseño de Ingeniería de Sistemas, en términos de Christopher Jones 1978, dicha metodología busca obtener inicialmente la compatibilidad interna entre los componentes de un sistema, seguida de la compatibilidad externa entre el sistema y su entorno. El sistema VLSC pretende integrar a los docentes oyentes con la población sorda mediante su uso, a través de un sistema adaptable al entorno, el cual apoyara de manera adecuada los procesos de comunicación en el aula.

El desarrollo de la metodología de diseño se determina de acuerdo al siguiente orden:

a. Determinar las entradas y salidas del Sistema VLSC. En la *imagen 2* se observa dicha relación.

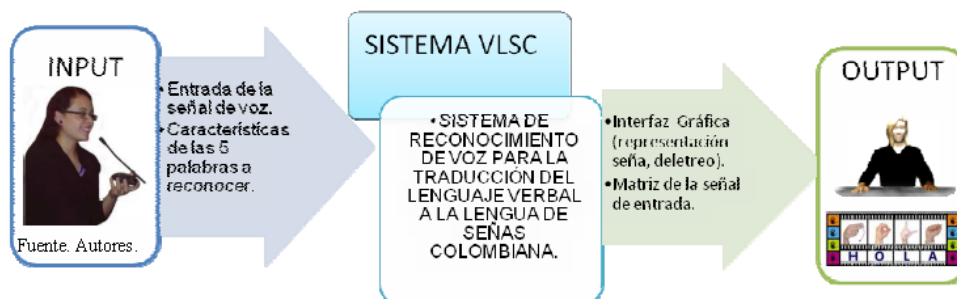


Imagen 2. Entradas y Salidas del Sistema VLSC

b. Especificar las funciones requeridas que permitan transformar las entradas en salidas. Determinado en la *imagen 3*.

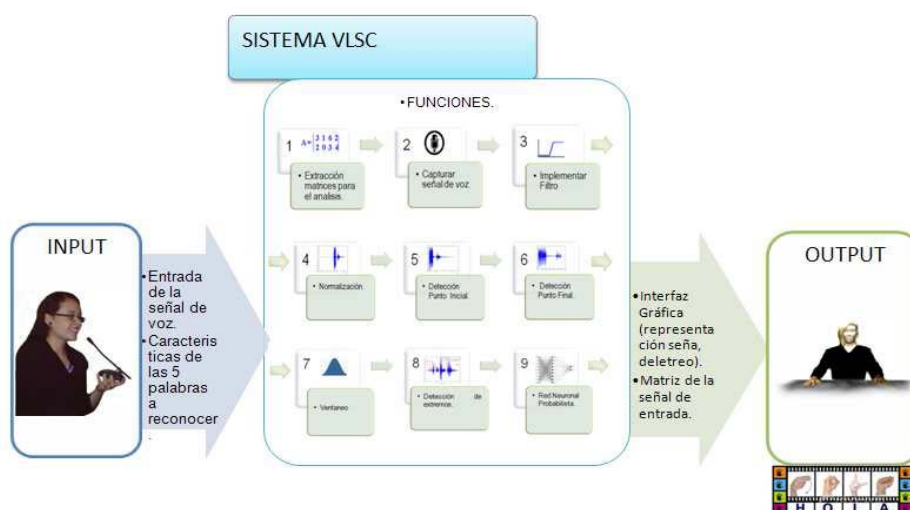


Imagen 3. Red de Funciones capaz de transformar los inputs en outputs.

c. Seleccionar o diseñar los componentes físicos capaces de la ejecución de cada función. En esta etapa del proceso de diseño se seleccionan las herramientas mínimas para el funcionamiento del sistema:

- ❖ Computador.
- ❖ Audífonos profesionales multimedia de diadema con micrófono. Conexión audífono: 3.5mm,
- ❖ Conexión Micrófono: 3.5mm, Frecuencia de respuesta: 20-20200Hz, Sensibilidad del audífono: 105db, Sensibilidad del micrófono: 58db, Poder: 100mw, Capacidad de potencia: 1000mw.
- ❖ Cámara de video Handycam DCR-HC28.

d. Comprobar el conjunto resultante de las compatibilidades internas y externas.

Para establecer la eficacia del sistema se utilizara como herramienta la investigación evaluativa. Con la cual se pretende comprobar los porcentajes de aciertos del sistema evidenciando que la señal de voz (input) corresponda a la interfaz gráfica (output). La aplicación del método de diseño de Ingeniería de sistemas en el desarrollo del *Sistema VLSC* se determina ya que se considera un método apropiado para la obtención de un modelo de trabajo acorde a las necesidades del proyecto; además permite identificar de forma acertada las variables que intervienen en el, es decir las entradas y salidas; relacionándolos entre sí definiendo los objetivos del sistema VLSC.

## APLICACIÓN.

La investigación evaluativa aplicada al Sistema VLSC se analizó de acuerdo al modelo de evaluación de un software educativo de Vania Guerra Correa de la Universidad de Barcelona determinado en la *tabla 1*.

Tabla 1. Aspectos utilizados del modelo de evaluación de un software educativo de Vania Guerra Correa

DIMENSIÓN	EJES
OPERATIVO-FUNCIONAL. Se centra en aquellos aspectos que están asociados única y exclusivamente al funcionamiento u operatividad de cada uno de los ejes por separado.	<p>EJE PEDAGOGICO. En este eje se evalúa la definición de objetivos y propósitos planteados, definición del usuario, calidad científica y actualización de los contenidos.</p> <p>EJE SEMIOTICO-ESTETICO. En este eje se evalúa la luminosidad y nitidez de las imágenes, representación gráfica adecuada.</p>
DIALECTICO. Integración entre ejes.	<p>PEDAGOGICO Y SEMIOTICO-ESTETICO. Existe correspondencia entre la representación y el mensaje que se desea transmitir en todo momento, Se corresponden los contenidos que se desean plantear, con los textos e imágenes que se muestran,</p> <p>Las animaciones que aparecen, están relacionadas con los objetivos de las actividades a realizar.</p>
HOLISTICA. Relaciona los tres ejes.	<p>SOCIO-CULTURALES: En este eje se evalúa el desarrollo de habilidades y competencias, está relacionado con las demandas de competencias del entorno social de los estudiantes.</p> <p>AXIOLÓGICOS. En este eje se evalúa la relación entre los valores reforzados por el programa y los valores de la cultura en la cual se va a utilizar.</p> <p>AFECTIVOS. En este eje se evalúa la generación de una interacción entre el usuario y el programa a través de la personalización del sistema VLSC, Permite al docente personalizar su área de trabajo.</p>

Con el propósito de analizar, al sistema VLSC como herramienta de apoyo en los procesos de comunicación e integración entre un docente oyente sin conocimiento previo de la lengua de señas con los estudiantes sordos se ha seleccionado la investigación evaluativa para tomar decisiones acerca de la pertinencia y eficacia del sistema.

## POBLACIÓN.

El desarrollo de la evaluación del *sistema VLSC*, utiliza como *unidad de análisis* catorce (14) docentes oyentes sin conocimiento previo de la lengua de señas Colombiana de la Universidad Pedagógica Nacional.

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Con respecto al Sistema VLSC se analizó la interacción con el usuario, el control del sistema acorde a las características de los patrones de voz, la pertinencia entre las imágenes con el texto, verificando la presentación visual (representación de la seña, imagen del deletreo, texto). También se verificó la interfaz gráfica con respecto a la representación de la Lengua de Señas Colombiana.

**VARIABLE INDEPENDIENTE.**

\*Sistema Inteligente de reconocimiento de voz VLSC que traduce en Lengua de Señas Colombiana.


DIMENSION	INDICADORES	ÍNDICE.
 <p>Fuente. Autores.</p>	Interacción y Control.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entre el sistema VLSC y el usuario sea adecuada.</li> <li>Control del sistema VLSC acorde a las características de los patrones de voz.</li> </ul>
	Pertinencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Imágenes con el texto.</li> <li>Orden de la presentación visual (Representación de la seña, imagen del deletreo, texto).</li> <li>Educativa y comunicativa del Sistema de reconocimiento de voz como medio Traductor a la LSC.</li> </ul>
	Interfaz Gráfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Atractiva visualmente.</li> <li>Representación LSC.</li> </ul>

Imagen 4. Operacionalización de la variable Independiente.

Con respecto a la representación visual de la Lengua de Señas Colombiana para el docente oyente se analizó la interpretación como herramienta pedagógica en el aprendizaje de la lengua de señas a nivel de su proyección e integración del Sistema VLSC en las instituciones educativas.

**VARIABLE DEPENDIENTE.**

\*Representación Visual de la LSC para el docente oyente.


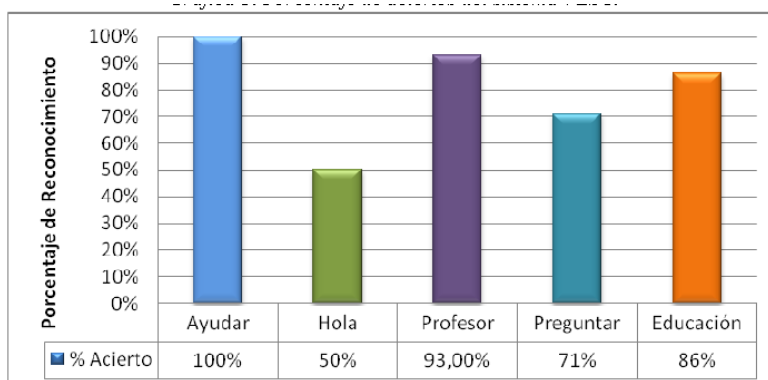
DIMENSION	INDICADORES	ÍNDICE.
 <p>Fuente. Autores.</p>	Interpretación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Innovación Tecnológica del sistema VLSC al mejoramiento de procesos de comunicación.</li> <li>Herramienta de apoyo.</li> <li>Implementación en docentes en formación.</li> <li>Herramienta pedagógica en el aprendizaje de la LSC.</li> <li>Adopción de la LSC como lengua materna.</li> </ul>
	Proyección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Herramienta de apoyo para el docente en el conocimiento de la Lengua de Señas Colombiana.</li> </ul>
	Integración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos de integración escolar de los estudiantes sordos de la UPN.</li> <li>Utilización del <i>sistema VLSC</i> como herramienta de apoyo para mejorar los procesos de comunicación con los estudiantes sordos.</li> </ul>

Imagen 5. Operacionalización de la variable Dependiente.

## RESULTADOS.

Con el propósito de analizar la viabilidad del Sistema Inteligente de Reconocimiento de voz (VLSC) como herramienta de apoyo entre el docente oyente sin conocimiento previo de la lengua de señas colombiana (LSC) y los estudiantes sordos de la universidad pedagógica nacional teniendo en cuenta la actual integración escolar de estos estudiantes, en donde los docentes podrán establecer vínculos comunicativos y sociales con ellos. A su vez analizando la respectiva eficacia del sistema en términos de reconocimiento de los patrones de voz. El proceso de validación en términos de integración del Sistema como herramienta de apoyo se evaluó con docentes de la Universidad Pedagógica Nacional. A su vez se analizó el grado de eficacia del sistema de acuerdo al porcentaje de reconocimiento de las palabras determinadas para la experimentación del sistema VLSC, se observó la calidad en términos del grado de satisfacción del usuario, a nivel de la diferencia entre el sistema y el resultado, para lograr variaciones o invariaciones en la situación o estado del sistema. En este sentido la eficacia del sistema de acuerdo a los porcentajes obtenidos con respecto a la relación de correspondencia entre la señal de voz capturada y la salida de la lengua de señas colombiana, nos permite considerar que el sistema VLSC es viable dentro de los parámetros definidos para el respectivo reconocimiento de voz.



Gráfica 1. Porcentaje de aciertos del sistema VLSC.

Partiendo de la investigación evaluativa con el fin de tomar decisiones sobre la proyección y programación para un futuro del sistema VLSC, a su vez analizando la respectiva eficiencia y eficacia del sistema en términos de reconocimiento de voz se determinó usar como técnica de recolección de datos la encuesta para evaluar los Aspectos Técnicos en términos del atractivo visual, la representación de la lengua de señas colombiana, tiempo de representación, pertinencia del orden de la presentación visual, interacción entre el usuario y el sistema VLSC, control del sistema, pertinencia de la herramienta educativa comunicativa de reconocimiento de voz como medio traductor a la lengua de señas colombiana y los Aspectos Pedagógicos en términos de la importancia del aporte de innovación tecnológica como herramienta para el mejoramiento de procesos de comunicación entre docentes oyentes y estudiantes sordos, herramienta para el docente en el proceso de adaptación de los estudiantes sordos dentro del aula, implementación para los docentes en formación, proyección del sistema VLSC en los procesos de integración escolar de los estudiantes sordos que adelantan diferentes instituciones.



Vania Guerra Correa afirma que el modelo para evaluar un sistema o software educativo con respecto a la interfaz gráfica, es necesario tener en cuenta el *Eje Semiótico/estético*, en términos de la luminosidad, nitidez visual y utilización de colores que no generan cansancio visual. Se determina que el *sistema VLSC* potencia el eje semiótico/estético de manera adecuada a partir de los resultados obtenidos. A su vez *EDUTEKA* en su módulo de matriz de evaluación utilizando técnicas rúbricas, nos permite afirmar que el *Sistema VLSC* posee una presentación con un formato atractivo por lo tanto la información contenida es adecuada en su organización. Cada sección tiene relación coherente, en términos de su entrada, desarrollo y salida. Posee una presentación visual que trasmite correctamente la información a nivel de la representación del respectivo vocabulario de la Lengua de señas Colombiana. Además existe correspondencia entre la representación y el mensaje que se desea transmitir en todo momento. (Representación de las señas, el deletreo y su respectivo texto). Los *Elementos Socio-culturales* del sistema, de acuerdo al porcentaje determinado por los 14 docentes en el indicador Excelente, determinados que existe relación entre los elementos comunicacionales utilizados para la comprensión de la Lengua de Señas Colombiana dentro del entorno socio-cultural en el cual será utilizado el sistema es decir a nivel de la integración de la comunidad sorda. Guerra Correa, en el modelo de evaluación del sistema a nivel de su relación *Tecnológica y pedagógica*, de acuerdo a los resultados obtenidos por la evaluación del Sistema VLSC, la estructura de la interacción del usuario corresponde a los parámetros diseñados con respecto al proceso a desarrollar para llegar la visualización gráfica. El modelo de evaluación del sistema a nivel de su dimensión holística<sup>4</sup> en el espacio educativo de los elementos afectivos se genera una interacción entre el usuario y el programa a través de la personalización del sistema, ya que el *Sistema VLSC* es dependiente del locutor para su funcionamiento eficaz. Guerra Correa, en el modelo de evaluación del sistema aporta las siguientes dimensiones, pertinentes para la evaluación realizada en los aspectos pedagógicos para el sistema VLSC:

- Segunda Dimensión en el plano de la Dialéctica, a nivel de la relación entre los ejes Pedagógicos y semiótico-estéticos, en donde los medios utilizados dentro de cada actividad corresponden con los objetivos propuestos. Los *aspectos Tecnológicos y pedagógicos*, el uso tanto de las herramientas informáticas y de comunicación, tienen un sentido pedagógico. En este sentido el *sistema VLSC* de acuerdo a los resultados obtenidos por las evaluaciones de los 14 docentes se determina su importancia como herramienta de apoyo para el aprendizaje de la lengua de señas colombiana.
- *Cuarta dimensión*. En el plano del Tiempo a nivel de la factibilidad, en términos de la correspondencia entre las herramientas de comunicación utilizadas en el sistema VLSC, y las condiciones tecnológicas pertinente como herramienta educativa y comunicativa de reconocimiento de voz para la traducción a la lengua de señas colombiana.
- *Tercera dimensión*. En el plano Holístico dentro del espacio educativo, de acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación con los 14 docentes, el sistema VLSC genera el desarrollo de habilidades y competencias relacionadas con las demandas de competencias del entorno social de los docentes, potencian la relación con la comunidad sorda en términos de la integración por el manejo de la interfaz gráfica teniendo en cuenta la Lengua de Señas Colombiana.
- Se presentan escenarios con relación al respeto y trato adecuado a la comunidad sorda, ya que se utiliza la lengua de señas colombiana como su lengua materna.

- En términos de las *Imágenes y la Escritura*, de acuerdo a los resultados obtenidos al evaluar el *Sistema VLSC* con los 14 docentes, afirmamos que la presentación visual transmite correctamente la información a nivel de la representación del respectivo vocabulario de la Lengua de señas Colombiana, además que el texto es acorde con el respectivo deletreo.

## CONCLUSIONES.

De acuerdo a los actuales procesos de integración escolar de los estudiantes sordos se desarrolló *el sistema VLSC* como herramienta de apoyo para el docente, a partir de la investigación evaluativa y según los objetivos del presente proyecto se concluye:

- ❖ Se diseñó un sistema Inteligente que reconoce los patrones de voz del locutor y los traduce a la lengua de Señas colombiana por medio de una interfaz gráfica compuesta de la representación de la seña, apoyada de la imagen del deletreo con su respectivo texto, dicho sistema se denomina *SISTEMA VLSC*, ya que se integra el reconocimiento de Voz y la Lengua de Señas Colombiana.
- ❖ Se involucró a los docentes en el proceso de investigación evaluativa, al interactuar con el *Sistema VLSC*, las opiniones y recomendaciones dadas son:
  - El *sistema VLSC* posee una interfaz gráfica clara, útil y coherente.
  - El *sistema VLSC* podría ser una herramienta útil para apoyar los procesos de comunicación y adaptación en la integración entre los docentes y los estudiantes sordos.
  - El *sistema VLSC* es una herramienta útil dentro de la formación docente, ya que permite conocer el vocabulario de la lengua de Señas Colombiana, más no como herramienta de trabajo en aula.
- El porcentaje de reconocimiento en términos de su grado de eficacia corresponde al 80%, valor comprendido entre los indicadores calificativos Excelente y Bueno, por lo tanto el sistema VLSC con respecto a la entrada de la señal de voz es acorde a la salida de la interfaz gráfica.

## BIBLIOGRAFÍA

### **BIBLIOGRAFÍA.**

- Fernandez Viader M. Del Pilar; Esteher Pertusa Venteo. (1994). El Valor de la mirada: sordera y educación.
- INSOR. Instituto Nacional para Sordos. Orientaciones para la integración escolar de estudiantes sordos con intérprete a la básica secundaria y media.
- F. Alejandro Graciano Benítez; Carlos F. Lancheros Zapata. (2004). Sistema De Reconocimiento De Palabras Para Activación De Comandos En Matlab, Aplicando Procesamiento Digital De Señales Y Redes Neuronales.
- Ackerman, D., (1992), Historia natural de los sentidos.
- Cerda, H. (1998). Cómo elaborar proyectos, Diseño, ejecución y evaluación de proyectos sociales y educativos.
- Fernández Viader, M. P; Pertusa Venteo, E. (1994).El Valor de la mirada: sordera y educación.
- Goodnill, V; Brockman, S. (1986). El oído: Enfermedades, Sordera y Vértigo.
- Graciano Benítez, F.A; Lancheros Zapata, C. F. (2004). Sistema de reconocimiento de palabras para activación de comandos en Matlab, aplicando procesamiento digital de señales y redes neuronales.
- Hilderera González, J. R; Martínez, H.V.J. Redes Neuronales Artificiales. Fundamentos, Modelos y Aplicaciones.
- INSOR. Instituto Nacional para Sordos. Orientaciones para la integración escolar de estudiantes sordos con intérprete a la básica secundaria y media.
- Jones, C. (1978). Métodos de Diseño. Editorial Gustavo Gili S.A.
- Llamas Bello, V. (1997). Reconocimiento automático del habla Técnicas y aplicaciones.
- López Trujillo, M. La Educación de las personas con sordera; la escuela Oralista Española. Universidad de Valencia.
- Ministerio de Salud. Convenio entre el Ministerio de Salud de Colombia, el Instituto Colombiano de Audición y Lenguaje y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.