

SISTEMA VLSC

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

Sindey Carolina Bernal Villamarin

Licenciada en Diseño Tecnológico
Magister en Tecnologías de la información aplicadas a la educación. Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá, Colombia.
sinpedagogica@yahoo.es

John Jairo Páez Rodríguez.

Licenciado en Diseño Tecnológico, Magister en Tecnologías de la información aplicadas a la educación. Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación con énfasis en Sistemas Inteligentes
Universidad Pedagógica Nacional – Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia
jjpaez2012@udistrital.edu.co

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 necesidad de inclusión de estudiantes sordos a la formación en la educación superior, como es el caso de la Universidad Pedagógica Nacional, donde se brinda el apoyo de un intérprete para facilitar la comunicación con los docentes y compañeros de clase y así facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje, sin embargo no se cuenta con herramientas técnicas o tecnológicas para apoyar los procesos de comunicación entre los estudiantes sordos y los docentes con respecto a su proceso de formación profesional. 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 hace en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia con estudiantes de la comunidad sorda en término de 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 Sistema VLSC se inició trabajando con reconocimiento de voz, sin embargo actualmente se está desarrollando la implementación del sistema con señales Electroencefalográficas.

Palabras: Inteligencia Artificial, Redes Neuronales, Lengua de Señas, Inclusión educativa, Educación en Tecnología, Reconocimiento de patrones.

I. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y la comunicación TIC, han permitido el diseño de diferentes herramientas para atender necesidades presentes en el ámbito educativo. Una de ellas es la inclusión de la población sorda en procesos académicos. Según el módulo de capacitación del Instituto Nacional para Sordos *INSOR*, se determino que por

medio de diferentes experiencias, observaciones, reflexiones e investigaciones que el problema de inclusión radica en las dificultades para acceder al código lingüístico que regula el aprendizaje.

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 nuestro país. *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.

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. De acuerdo a lo anterior surgió la propuesta de investigación relacionada con el desarrollo del sistema VLSC para atender las necesidades de inclusión en los estudiantes de pregrado de la Universidad.

II. METODOLOGÍA.

De acuerdo a la estructura del problema en el sistema VLSC y a los criterios de evaluación relacionados con la efectividad, adecuación, conveniencia y funcionalidad, se decidió abordar la metodología de diseño de Ingeniería de Sistemas, Jones 1978. Dicha metodología busca obtener la compatibilidad interna entre los componentes de un sistema y 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, funcionando como un sistema adaptable al entorno, el cual apoyara de manera adecuada los procesos de comunicación en el aula.

A. Determinar las variables de entrada y salida del sistema VLSC.

Se presenta la primera fase de desarrollo en donde se determinan las características generales que debe tener el sistema para cumplir con el objetivo. Inicialmente se hace una categorización de las palabras más utilizadas en el aula y sobre ellas establecer las características más relevantes para utilizarlas en el siguiente modulo en donde se procede al reconocimiento de los patrones de voz a través de una red neuronal de base radial. Finalmente, se desarrolla un modulo tridimensional con la ayuda de un sistema CAD para la presentación de las señas a la comunidad sorda.

B. Tratamiento de la señal y reconocimiento de patrones de voz.

En el tema de reconocimiento de voz, es importante resaltar que el sistema se divide en diez fases: captura de la señal de voz, implementar filtro, normalización, detección del punto inicial, detección del punto final, ventaneo, segmentación, extracción de características y reconocimiento de patrones. En esta etapa del proceso de diseño se seleccionan las herramientas mínimas para el funcionamiento del sistema: Equipo Intel Core i3, 4.00 GB de RAM, 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 y Cámara de video Handycam DCR-HC28.

C. Comprobar el conjunto resultante de las compatibilidades interna y externa.

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 grafica (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 los inputs y outputs; relacionándolos entre sí definiendo los objetivos del sistema VLSC.

Para la captura de la señal, se realiza la grabación de la señal de voz con una **frecuencia de muestreo de 22050 Hz y 16 bits** de resolución por medio del micrófono (**Genius Mic-01A**), En la implementación del filtro se tiene en cuenta, Implementar un filtro se emplea en procesamiento de señales para eliminar partes no deseadas de la misma, tales como ruido o sólo permitir el paso de un cierto rango de frecuencias. El ruido del medio está rodeado de frecuencias cercanas a los 60 Hz, por lo tanto es necesario implementar un filtro para dejar pasar y bloquear ciertos componentes de frecuencia de una señal. Para eliminar las frecuencias cercanas a los 60 Hz se seleccionó un filtro pasa-alto, el cual deja pasar componentes de alta frecuencia que se encuentran por arriba de cierta frecuencia del borde pasabanda f_p y bloquea todas las componentes de baja frecuencia que están por debajo de la frecuencia del borde supresor de banda f_s . La finalidad de un filtro es procesar una señal presente a su entrada, de forma que la señal de salida presente unas características frecuenciales. El filtro seleccionado es un filtro digital elíptico pasaalto con $f_s=120$ Hz, $f_p=170$ Hz. Se utilizaron los valores de W_s y W_p . Según el teorema de muestreo de Nyquist-Shannon, para poder replicar con exactitud la forma de una onda es necesario que la frecuencia de muestreo sea superior al doble de la máxima frecuencia a muestrear, $F_{muestreo} \geq 2 * F_{max}$. Se seleccionó un filtro elíptico ya que son eficientes para aproximación en magnitud. Para el diseño del filtro en Matlab se utilizaron las funciones *ellipord* calcula los valores mínimos para el filtro elíptico, *ellip* que permite crear el tipo de filtro en este caso "high" pasaalto, y la función *filter* que permite especificar la señal captura.

La normalización tiene en cuenta que las señales filtradas requieren de un proceso de normalización invariante a la altura, específicamente se enmarca el sistema en una amplitud entre 100 y -100 Decibeles (dB). Para que el sistema sea inmune a los cambios de volumen de la persona. Para este proceso de determinar el valor absoluto de la magnitud del máximo y del mínimo pico de la señal filtrada, para ubicarlo en el rango de 100 dB, dicho valor se divide por el máximo valor hallado y se multiplica por la señal filtrada. (**Ver ecuación**).

$$y = \left(\frac{100}{mmm} \right) \times yf;$$

Ecuación. Normalización de la señal de voz.

- mmm = corresponde al valor máximo entre los dos picos.
- yf = La señal filtrada.

Un problema importante es la detección de la presencia de habla en un entorno relativamente ruidoso, denominado en literatura como “Localización de principio y final de la palabra”. La resolución de este problema consiste en buscar un detector de los bordes de la palabra, que consiga distinguir entre voz y silencio. La tarea de determinar el principio y el final de una palabra en un entorno ruidoso es importante en muchos campos del proceso del habla. Por ejemplo, en un sistema de reconocimiento de palabras aisladas es primordial detectar los límites de la palabra pronunciada para seleccionar la región de traza que se debe tratar posteriormente. Para la detección del inicio del habla se aplica el método de energía a la señal de voz $y[n]$ con longitud L , previamente normalizada, ver **ecuación**.

$$E = \sum_{n=r_1}^{r_2} |y(n)|^2$$

Ecuación. Método de la Energía.

Se toma un intervalo determinado entre r_1 y r_2 donde $r_1 < r_2$ y se va desplazando desde $y[1]$ hasta encontrar un valor que supere un umbral preestablecido. En ese instante se captura la posición **inicio** donde se superó el umbral y se recorta la señal desde $y[1]$ hasta $y[\text{inicio}]$. La señal ahora inicia en $y[\text{inicio}]$ hasta $y[L]$. El valor determinado para el umbral es de 25000 niveles de pesos asociados en donde se detecta el inicio del habla.

Un problema importante es la detección de la presencia de habla en un entorno relativamente ruidoso, denominado en literatura como “Localización de principio y final de la palabra”. La resolución de este problema consiste en buscar un detector de los bordes de la palabra, que consiga distinguir entre voz y silencio. La tarea de determinar el principio y el final de una palabra en un entorno ruidoso es importante en muchos campos del proceso del habla. Por ejemplo, en un sistema de reconocimiento de palabras aisladas es primordial detectar los límites de la palabra pronunciada para seleccionar la región de traza que se debe tratar posteriormente. Para la detección del punto final del habla se aplica el método de energía a la señal de voz $y[n]$ con una nueva longitud L , donde previamente se ha detectado el punto inicial del habla, la aplicación para la detección del punto final se utiliza la ecuación anterior.

Se toma un intervalo determinado entre r_1 y r_2 donde $r_1 > r_2$ y se va desplazando desde $y[L]$ hasta encontrar un valor que supere un umbral preestablecido. En ese instante se captura la posición final donde se supera el umbral y se recorta la señal desde $y[\text{final}]$ hasta $y[L]$. La señal ahora inicia en

$y[\text{inicio}]$ hasta $y[\text{final}]$. En la siguiente tabla se muestra la incidencia de hallar el punto final.

En procesamiento de señales, una ventana se utiliza cuando nos interesa una señal de longitud voluntariamente limitada. En efecto, una señal real tiene que ser de tiempo finito; además, un cálculo sólo es posible a partir de un número finito de puntos. La mayoría de los métodos de extracción de características de señales sólo se puede aplicar a señales estacionarias, por lo tanto es pertinente para la señal de voz ya es continua. Antes de calcular un tipo de parámetros de las señales de un sonido se debe dividir la señal de voz en pequeños segmentos casi-estacionarios llamados ventanas. Una ventana rectangular da el máximo ajuste, pero produce grandes ondas laterales - una ventana de Hamming no tiene tanta precisión frecuencial, pero provoca efectos mucho menores. La ventana de Hamming se define en la ecuación siguiente.

$$w(t) = \begin{cases} 0.54 - 0.46 * \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right), & \rightarrow \text{si } -\frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2} \\ 0 & \rightarrow \text{para el resto de la señal} \end{cases}$$

Ecuación Ventana de Hamming.

En Matlab la función hamming está definida para crear dicha ventana, especificando la longitud de la ventana es decir el número de muestras no nulas en la sucesión de la ventana en este caso 300, a su vez esta función requiere de la función buffer, que especifica el vector de las muestras a analizar a partir de la señal trabajada

Para la segmentación, El análisis de la señal de voz, requiere segmentar la señal en bloques que se tratan individualmente. Normalmente los segmentos se localizan espaciados uniformemente en el tiempo a intervalos regulares. En el bloque No. 6 Ventana de Hamming se menciona acerca del análisis por intervalos cortos de tiempo, en donde un segmento es lo suficientemente pequeño, las propiedades de la señal permanecerán sustancialmente invariables. Esto es debido a que el aparato fonador invierte cierto tiempo en la transición desde un punto de articulación a otro.

Para elegir la duración de los segmentos es preciso considerar ciertas propiedades de la señal de la voz. Si se escoge una longitud de segmento de entre 10 y 45 ms hay bastantes posibilidades de conseguir una parte representativa de la señal. Sin embargo, si el intervalo de tiempo es demasiado corto, inferior a un periodo fundamental de la señal, se corre el peligro de que las características interesantes se oculten debido a las rápidas variaciones que se producen en la parte de la señal elegida. En este caso de acuerdo a la longitud típica de $N = 30$ msec (600 muestras) y $M = 10$ msec (200 muestras). En donde N corresponde al tamaño de cada bloque y M a los bloques consecutivos que difieren de sus posiciones iniciales.

En este bloque se realiza el proceso de extracción de las matrices necesarias para el análisis de la red neuronal que se implementará en el siguiente bloque.

En Matlab se extraen las siguientes matrices:

Maxzerocross. Matriz de 4 x 1 de los máximos aproximados de los datos determinados en el bloque No. 6.1.9 es decir los datos de los cruces por cero.

Coef_asimetria. Se utiliza la función skewness, de las funciones almacenadas en Matlab, para hallar la asimetría de los datos de cruces por cero, en este caso es un vector fila que contiene la muestra de la asimetría de cada columna. Asimetría es una medida de la asimetría de los datos alrededor de la media de la muestra. Si la asimetría es negativa, los datos se distribuyen más a la izquierda de la media que a la derecha. Si la asimetría es positiva, los datos se distribuyen más a la derecha. La asimetría de la distribución normal (o cualquier distribución perfectamente simétrica) es cero.

Maxlaplaciana. Previamente se determina la transformada discreta de Laplace, utilizando la función del2 definida por Matlab de acuerdo a la matriz U se considera como una función u(x,y), entonces $\Delta^2 u$ (U) es una aproximación de diferencias finitas del operador diferencial de Laplace aplicado a u (ecuación 6).

$$l = \frac{\nabla^2 u}{4} = \frac{1}{4} \left(\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} \right)$$

Ecuación 1. Transformada Discreta de Laplace.

La matriz L es del mismo tamaño que U con cada uno de los elementos igual a la diferencia entre un elemento de U, y el promedio de sus cuatro vecinos. Se define un valor de l el espacio entre los puntos en cada dirección.

Finalmente se guarda en Maxlaplaciana el valor máximo de la matriz del análisis previo, es decir la transformada discreta de Laplace.

Min_gradient. Previamente se define la gradiente numérica, definida en Matlab por gradient como la gradiente de una función de dos variables F(x,y) es definida en la ecuación No. 7.

$$\nabla F = \left(\frac{\partial F}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial F}{\partial y} \hat{j} \right)$$

Ecuación 2. Gradiente de una Función.

Se puede concebir como una colección de vectores que apuntan en la dirección de un aumento de los valores de F. En MATLAB, los gradientes numéricos (diferencias) se pueden calcular para funciones con cualquier número de variables.

D. Validación de la investigación.

La investigación evaluativa aplicada al Sistema VLSC se desarrollo de la siguiente manera para la elaboración del instrumento de evaluación se tiene en cuenta el modelo de evaluación de un software educativo de Guerra Correa de la Universidad de Barcelona determinado en la *tabla 1*.

III. EXPERIMENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

A. *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.*

- *Variable Independiente.* Sistema Inteligente de reconocimiento de voz “VLSC” que traduce en Lengua de Señas Colombiana. La *Figura 2* muestra la operacionalización de la variable independiente.
- *Variables Dependientes:*
 - Representación Visual de la LSC para el docente oyente.
 - Número de patrones reconocidos por el sistema. La *figura 3* muestra la operacionalización de la variable dependiente.

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 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. 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, De acuerdo al modelo considerado por Kilian Zambrano D, la eficacia es la relación existente entre el vector producto y el vector resultados durante su proceso; esta relación se establece por 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.

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 y 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.

B. Figuras y Tablas.

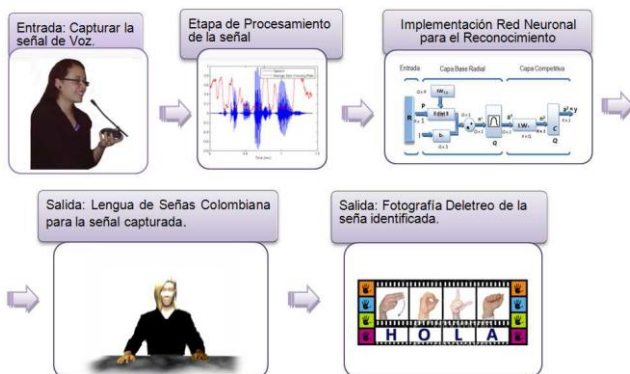


Figura 1. Diagrama de Bloques Sistema VLSC.

VARIABLE INDEPENDIENTE.
• Sistema Inteligente de reconocimiento de voz VLSC que traduce en Lengua de Señas Colombiana.

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

Fuente. Autores.

Figura 2. Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE DEPENDIENTE.
• Representación Visual de la LSC para el docente oyente.

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

Fuente. Autores.

Figura 3. Operacionalización de la variable dependiente.

TABLA I.
MODELO EVALUACIÓN SOFTWARE.

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.	EJE PEDAGOGICO. En este eje se evalúa la definición de objetivos y propósitos planteados, definición del usuario, calidad científica y actualización de los contenidos. EJE SEMIOTICO-ESTETICO. En este eje se evalúa la luminosidad y nitidez de las imágenes, representación gráfica adecuada.
DIALECTICO. Integración entre ejes.	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, Las animaciones que aparecen, están relacionadas con los objetivos de las actividades a realizar.
HOLISTICA. Relaciona los tres ejes.	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. AXIOLOGICOS. En este eje se evalúa la

<p>relación entre los valores reforzados por el programa y los valores de la cultura en la cual se va a utilizar.</p> <p><i>AFECTIVOS.</i> 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>

IV. CONCLUSIONES,

De acuerdo a los actuales procesos de integración escolar de los estudiantes sordos en los diferentes programas de pregrado de la Universidad Pedagógica Nacional 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.

REFERENCIAS

- [1] Llamas Bello Y Valentin. "Reconocimiento automático del habla Técnicas y aplicaciones" 1997.
- [2] López Trujillo, Manuel. "La Educación de las personas con sordera; la escuela Oralista" Española. Universidad de Valencia.
- [3] Victor Goodnill, Seymour Brockman. El oído: Enfermedades, Sordera y Vertigo.1986.
- [4] Verges Cristina Cambra. Sordera; Convención Y aprendizaje. Barcelona. 1999.
- [5] Fernandez Viader Ipertusa. El valor de la mirada. Sordera y Educación.
- [6] INSOR. Instituto Nacional para Sordos. Orientaciones para la integración escolar de estudiantes sordos con intérprete a la básica secundaria y media.
- [7] Hildera Gonzalez Jose Ramon; Martinez Hernando Victor JOSE, Redes Neuronales Artificiales. Fundamentos, Modelos y Aplicaciones.
- [8] Yang Z. R.; Platt M. B. Probabilistic Neural Networks in Bankruptcy Prediction, Journal of Business Research, 1999.
- [9] Fernandez Viader M. Del Pilar; Esteher Pertusa Venteo. El Valor de la mirada: sordera y educación.1994
- [10] F. Alejandro Graciano Benítez; Carlos F. Lancheros Zapata. Sistema De Reconocimiento De Palabras Para Activación De Comandos En Matlab, Aplicando Procesamiento Digital De Señales Y Redes Neuronales, 2004.