

Diseño de una herramienta para la toma de apuntes y lector de textos para estudiantes con discapacidad visual

Jonathan J. Calderón

Universidad Técnica del Norte-Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
jjcalderon@utn.edu.ec

Resumen. *El proyecto consiste en el desarrollo de una herramienta de estudio para estudiantes con discapacidad visual de la Universidad Técnica del Norte ayudando a mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. El propósito de este proyecto es que la Universidad aumente sus herramientas de estudio en cuanto a educación especial, fomentando la no discriminación dentro de las aulas. La herramienta de estudio consta de un aplicativo instalado en el sistema operativo Emteria el cual se encuentra en la Raspberry, también consta de un teclado Bluetooth y una pantalla táctil de 7". La aplicación le permite al estudiante tomar apuntes de las clases y guardarlos en archivos dentro de la memoria interna del prototipo para posteriormente abrirlos y mediante el motor de voz leer el contenido.*

Palabras claves

Discapacidad visual, Lector de textos, Interfaz gráfica, Motor de voz,

Abstract. *The project is in the development of a study tool for students with visual disabilities of the Universidad Tecnica del Norte to improving the teaching-learning process inside and outside of classroom. The purpose of this project is for the University to increase its study tools in terms of special education, encouraging non-discrimination within the classrooms. The study tool consists of an application installed in the operating system Emteria which is in the Raspberry, also consists of a Bluetooth keyboard and a 7 "touch screen. The application allows the student to take notes of the classes and save them in files inside the internal memory of the prototype to later open them and through the voice engine read the content.*

Keywords

Visual impairment, Text reader, Graphic interface, Voice engine,

I. INTRODUCCIÓN.

El tema de las discapacidades abarca una gran cantidad de áreas de estudio, tales como trabajo, educación, infraestructura, etc. Todos con el objetivo incluir socialmente a las personas con discapacidades, para lo cual se han desarrollados leyes que garanticen el buen vivir de dichas personas como la Ley Orgánica de Discapacidades. En el campo educativo las personas con discapacidad visual presentan necesidades específicas, como tener a disposición herramientas adecuadas para el estudiante para garantizar un proceso de enseñanza aprendizaje efectivo.

Con el uso de las TICs se puede desarrollar dichas herramientas como es el caso de este proyecto, la implementación de una aplicación conectada inalámbricamente hacia un teclado que permita al estudiante realizar sus propios apuntes e ingresar la información de la materia, para posteriormente poder pasarlos a audio ayudando así a que el estudiante pueda revisar la información sin comprometer su salud mental y física.

El proyecto cuenta con las siguientes fases de desarrollo primero elaborar una fundamentación teórica acerca de los problemas o dificultades que presenta un estudiante con discapacidad visual dentro de sus estudios, segundo determinar los requerimientos que se implementarán en el prototipo de acuerdo con las necesidades y dificultades de dichos estudiantes, tercero modelar el prototipo de tal forma que cumpla con los requerimientos y necesidades de los estudiantes que presenten un nivel de discapacidad visual del 70% al 82%, cuarto implementar pruebas de funcionamiento técnicas y familiarización del prototipo aplicadas a estudiantes con discapacidad visual, finalmente optimizar el prototipo en base a resultados obtenidos de pruebas psicológicas por parte de profesionales en diferentes áreas de la psicología.

A. Situación Actual

Dentro de la Universidad Técnica del Norte el tema de las discapacidades ha comenzado a tomar relevancia en forma creciente, es decir, las autoridades han puesto interés en desarrollar programas de concientización y capacitación en diferentes áreas de las discapacidades tanto en el personal administrativo, docentes y alumnos. El Departamento de Bienestar Universitario es el encargado de llevar un seguimiento de los estudiantes con discapacidades que ingresen a la institución, dicho seguimiento cuenta con la intervención de personal especializado en diferentes áreas de psicología, educación, medicina y orientación vocacional con el fin de que estos estudiantes puedan culminar sus estudios de forma satisfactoria.

Otro espacio que la Universidad posee para las personas con discapacidad visual es el Área de No Videntes de la Biblioteca, el cual brinda apoyo no solo a estudiantes sino también a niños jóvenes y adultos con discapacidad visual ya sea parcial o total. Este espacio dispone de colecciones de libros en formato Audio y Daisy, así como computadores con acceso a Internet y con el sistema JAWS, además allí se dictan programas de capacitación en el uso de recursos tecnológicos, incluyendo de esta manera a este importante sector de la sociedad, la figura 40 muestra el área de no videntes.

Los estudiantes con discapacidad visual pueden acudir al área de no videntes para recibir capacitaciones en el uso de lectores de pantalla para computadoras, cursos de aprendizaje del lenguaje Braille y solicitar ayuda en la elaboración de trabajos de gran complejidad. Cabe recalcar que los cursos de aprendizaje del lenguaje Braille no son únicamente para personas no videntes, también cualquier estudiante, docente o personal administrativo puede inscribirse, con el objetivo de que dentro de la casona Universitaria se tenga un ambiente de colaboración entre todos quienes la conforman.

II. MATERIALES Y MÉTODOS.

A. Líneas base del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se cuenta con los siguientes elementos que conforman la línea base

- Gracias al apoyo y predisposición de estudiantes con discapacidad visual de la Universidad Técnica del Norte, se identificó los

problemas que presentan al estudiar y al desempeñar sus actividades de aprendizaje.

- Se dispone de la guía de Psicólogos y miembros del Departamento de Bienestar Universitario para obtener directrices en cuanto al desarrollo de test en las áreas de psicología emocional, educativa y neuropsicología.

- Se conformó un grupo de investigación de docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte para el desarrollo del hardware y software y el análisis de mejoras de acuerdo con los requerimientos técnicos.

- Se cuenta con la plataforma de Software Libre App Inventor para el desarrollo de la aplicación para dispositivos móviles.

- Se cuenta con un proyecto de aula para el desarrollo de un prototipo para la toma de apuntes y lector de textos para estudiantes con discapacidad visual.

- Se cuenta con el proyecto de inclusión de discapacidades por parte del Departamento de Bienestar Universitario el cual se encuentra bajo la dirección de la Dr. Eugenia Orbes y con la colaboración del personal que pertenece a dicho departamento.

- Se cuenta con la participación de profesionales en Neurociencias de la Universidad para realizar pruebas y el análisis de resultados en cuanto a la mejora de la capacidad de lectura-escritura en estudiantes con discapacidad visual.

B. Análisis de los problemas o dificultades de los estudiantes con discapacidad visual

Los estudiantes con discapacidad visual presentan una serie de desafíos tanto en el aspecto físico como en el psicológico al momento de desarrollar las diferentes actividades de sus jornadas académicas. Dentro de este proyecto se presentan dos casos de estudio de estudiantes de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología FECYT, el primer caso de estudio cuenta con la ayuda de Andrés Santiago Rosero de la Torre estudiante de Psicología Educativa el cual presenta un porcentaje de discapacidad visual del 77%, el segundo caso de estudio cuenta con la ayuda de Verónica Pamela Farinango Esteves estudiante de Psicología General la cual presenta un porcentaje de discapacidad visual del 82%.

Para poder identificar los problemas o dificultades de los estudiantes se realizaron sesiones, de las cuales se identificó lo siguiente:

Primer caso de estudio Andrés Rosero de la Torre (77% de discapacidad visual):

Dado su grado de discapacidad visual el estudiante puede distinguir textos e imágenes cuyos tamaños sean grandes.

Pese a que el estudiante posee lentes a medida tiene que realizar un mayor esfuerzo al leer textos o imágenes pequeñas.

El esfuerzo que realiza el estudiante le provoca un cansancio mental y en parte físico, produciéndole dolores de cabeza y frustración al momento de estudiar.

La teoría presentada en clases por medio de diapositivas le dificulta leerlas efectivamente lo que conlleva a que no les siga el ritmo.

La frustración que presenta al momento de estudiar puede resultar en una antipatía ante el estudio afectando al rendimiento académico del estudiante-

El estudiante no posee herramientas especiales para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje dentro y fuera de clases.

Segundo caso de estudio Verónica Pamela Farinango (82% de discapacidad visual):

Dado su grado de discapacidad visual la estudiante presenta problemas de lectura de textos e imágenes ya que no los puede distinguir con efectividad.

Presenta problemas de acceso a la información, utiliza el lector de pantalla de su computadora para reproducir textos de libros digitales ya que de los libros físicos existe la necesidad de escanearlos lo que distorsiona los textos y consecuentemente no puedan ser identificados por el lector de la computadora.

En clases la estudiante se siente excluida especialmente cuando la teoría se encuentra en diapositivas y para ella es difícil entender ciertos aspectos de la información que se presentan en las mismas.

Las herramientas que posee la estudiante son su computadora para la lectura de textos y una grabadora con la que guarda un respaldo en audio de las clases con los cuales puede estudiar en su casa.

Si la estudiante se siente excluida en clases debido a que no logra acceder y entender la información que se le presenta, el proceso de enseñanza aprendizaje no será efectivo y a su vez su nivel académico puede disminuir.

C. Diseño de la herramienta de estudio para la toma de apuntes y lector de textos

Para el diseño y modelamiento del prototipo se emplea la metodología del modelo en V debido a las etapas que presenta el proyecto, en cuanto al análisis de los requerimientos, modelamiento del prototipo, pruebas de funcionalidad y mantenimiento o actualización.

D. Análisis de los requerimientos para el desarrollo del prototipo

Luego de haber identificado las dificultades o problemas que presentan los estudiantes con discapacidad visual la siguiente etapa se enfoca en obtener los requerimientos que el prototipo debe cumplir para que sea de beneficio para los estudiantes, esta etapa también se la desarrollo mediante sesiones de las cuales se obtuvo los siguientes requerimientos:

Primer caso de estudio Andrés Rosero de la Torre (77% de discapacidad visual)

Para la interfaz gráfica del aplicativo la paleta de colores debe contener blanco, negro y celestes dado que son los colores que el estudiante más identifica.

El tamaño de letra de los diferentes textos del aplicativo debe ser adecuados para que el estudiante pueda identificarlos, el tamaño adecuado varía entre 28 y 30 puntos.

Para los diferentes botones que presenta el aplicativo deben ser igualmente del tamaño adecuado para que el estudiante pueda identificarlos para lo cual lo adecuado será un alto de 60 pixeles y el ancho dependerá del texto que este contenga.

El teclado presentado al estudiante es ergonómico y fácil de llevar.

El tamaño de las teclas y las letras son identificables para el estudiante.

La conectividad del teclado con el prototipo será mediante Bluetooth.

El motor de voz debe ser claro en cuanto a la forma de lectura, dentro de los cuales es posible utilizar la Síntesis de Google o la aplicación Voces de Vocalizer. Ambos cuentan con diferentes tipos de voz y una pronunciación clara.

La velocidad de lectura debe ser la educada para que el estudiante pueda comprender el texto sin ningún problema. Esta velocidad se la programa con valores de 0 a 1, en este caso se tomó el valor normal de 1.

El motor de voz debe ser capaz de leer cualquier tipo de palabra mas no deletrearla.

Segundo caso de estudio Verónica Pamela Farinango (82% de discapacidad visual)

Debido al grado de discapacidad visual de la estudiante la interfaz gráfica de la aplicación no necesita de una paleta de colores ni tamaños de letra específicos.

La navegación por las diferentes herramientas del prototipo debe ser comprensible para la estudiante, es decir, el aplicativo debe indicar en q sección se encuentra y que acción realiza cada botón.

Debido al tamaño que presenta el teclado la estudiante debe adaptarse a la posición de ciertas teclas, gracias a que la estudiante sabe mecanografía maneja sin ninguna dificultad los teclados.

La configuración del motor de voz que se realizó en el primer caso de estudio es aplicable para este caso.

Requerimientos generales del prototipo

Debe adaptarse a los niveles de discapacidad visual que poseen los estudiantes.

Debe ser capaz de crear archivos de textos.

Debe ser capaz de abrir archivos guardados con la codificación adecuada dentro de la memoria del prototipo.

E. Diseño de Hardware

Los diferentes componentes de hardware se encuentran conectados directamente a la placa Raspberry Pi modelo B mediante los puertos que esta posee para la conexión de diferentes periféricos como se muestra en la figura 1:

La conexión de la Placa Raspberry hacia la Touchscreen Oficial para Raspberry es mediante un bus de datos que se conecta desde la entrada Display de la placa hacia la pantalla.

El parlante se encuentra conectado a la entrada auxiliar de audio.

La batería se conecta a la entrada de energía de la placa

Y el teclado se conecta mediante conexión bluetooth, la cual se configura una vez se instale el sistema operativo dentro de la placa

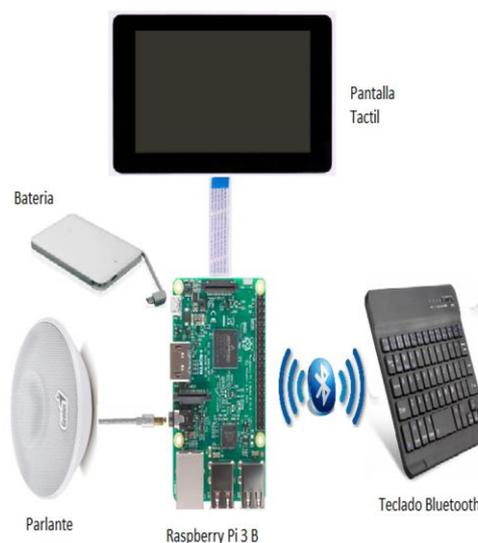


Figura 1. Esquema de conexión de los periféricos en la placa Raspberry

F. Diseño de software

A continuación, se muestra los componentes de software que se implementaron en el prototipo.

EMTERIA OS: Es un sistema operativo desarrollado por GmbH que es compatible con la Raspberry pi y sus componentes. Este sistema operativo se encuentra basado en Android 7.1

Se escogió este sistema operativo debido a su compatibilidad con la Raspberry y su autoconfiguración del display que se conecte a la misma que en este caso es la Touchscreen.

IONIC: Ionic es la forma más sencilla para que los desarrolladores web creen, desarrollen y escalen aplicaciones móviles multiplataforma. Desde un Framework de código abierto hasta una plataforma en la nube, el objetivo es permitir que

más personas y organizaciones creen mejores aplicaciones, más rápido. Se escogió estas librerías para desarrollo de aplicaciones multiplataforma debido a las diferentes utilidades que presenta, ya que podemos crear nuestra aplicación independientemente de otras, además de que es de código abierto y todos sus plugin se los puede encontrar en el repositorio de la página oficial.

Motor de voz TTS: Motor de voz Text to Speech permite al dispositivo leer los textos que se encuentran dentro del sistema. El motor de voz que se utilizará en el prototipo es el de síntesis de Google ya que es gratuito y presenta las características necesarias para el aplicativo.

Easy Note: Es el aplicativo desarrollado en este proyecto que se instala en el sistema operativo. El aplicativo responderá a las necesidades del estudiante de acuerdo con su nivel de discapacidad.

G. Funcionamiento

El prototipo presenta un menú inicial donde se puede escoger la configuración de acuerdo con el porcentaje de discapacidad visual del estudiante, las cuales son "SIRIO" (discapacidad 100%), CANOPUS (discapacidad 82%) y RIGIL (discapacidad 77%). Cada una cuenta con las siguientes opciones: Primero la configuración que se desee hacer en el dispositivo tales como elección de la paleta de colores de la interfaz gráfica, la velocidad de pronunciación del motor de voz. Segundo crear archivos y guardarlos en la memoria del prototipo en la dirección que el estudiante desee, estos documentos se crearan en formato de archivo de texto (txt). Tercero buscar archivos de texto dentro de la memoria del prototipo, aquí el aplicativo utiliza el motor de voz para leer el contenido del archivo de texto además de que presenta la opción de ver la lista de archivos. Y finalmente ingresar archivos creados en computadoras u otros dispositivos los cuales deben tener la codificación UTF-8. Las figuras 2, 3, 4, 5 muestran el diagrama de bloques de las opciones mencionadas.

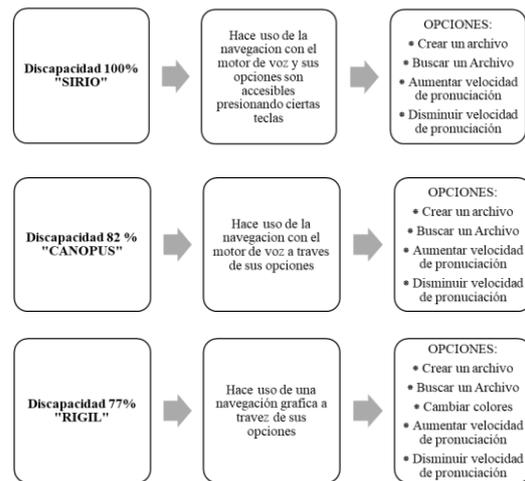


Figura 2. Diagrama de bloques menú inicial, funcionamiento del prototipo

• Opción Crear-guardar archivos



Figura 3. Diagrama de bloques opción crear-guardar archivo, funcionamiento del prototipo

• Opción Buscar-leer archivo



Figura 4. Diagrama de bloques opción buscar-leer archivo, funcionamiento del prototipo

• Opción Ingresar archivos desde otro dispositivo



Figura 5. Diagrama de bloques opción ingresar archivo desde otro dispositivo, funcionamiento del prototipo

III. RESULTADOS

A. Aplicativos realizados

Para cada caso de estudio se realizó versiones del aplicativo EASY NOTE, a continuación, se detalla cada una de las versiones.

• Menú principal selección de la configuración

Easy Note v1: Esta primera versión del aplicativo fue desarrollada bajo los requerimientos obtenidos en el primer caso de estudio con el estudiante Andrés Rosero de la Torre. El aplicativo presenta las funcionalidades de: Crear archivos, Buscar Archivos, Instrucciones, como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Pantalla de inicio aplicativo Easy Note v1

Easy Note v2: Esta segunda versión del aplicativo fue desarrollada bajo los requerimientos obtenidos en el segundo caso de estudio con la estudiante Verónica Pamela Farinango Esteves. El aplicativo presenta las funcionalidades mismas funcionalidades de la versión anterior con cambios realizados en la interfaz gráfica y aumentando las configuraciones del motor de voz para identificar los componentes de cada pantalla como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Pantalla de inicio aplicativo Easy Note v2

Easy Note v3: El aplicativo se encuentra desarrollado mediante IONIC Framework con el objetivo de que el aplicativo no sea dependiente de otros aplicativos, EASY NOTE cuenta con páginas enfocadas a cada una de las opciones que se presentó anteriormente, la página de inicio es la página de configuraciones donde el botón de configuración 1 nos direcciona a la página de las opciones que presenta la dicha configuración y presionando los botones de dichas opciones nos direccionara hacia cada una de sus páginas, de igual forma funciona para la configuración 2 la

diferencia se basa en el uso de la navegación ya que el aplicativo identifica en que sección se encuentra el estudiante y que acción realiza cada botón como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Pantalla de inicio aplicativo Easy Note v3

B. Pruebas técnicas de funcionamiento

Se realizaron pruebas unitarias con el aplicativo realizado para cada caso de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Primer caso de estudio Andrés Rosero de la Torre (77% de discapacidad visual)

Las pruebas de funcionamiento se las realizaron mediante sesiones con el estudiante como se muestra en la figura 9.



Figura 9. Estudiante Andrés Rosero de la Torre realizando las pruebas de funcionamiento

En cada una de las sesiones realizadas cuenta con un acta que da validación a las diferentes actividades que en ellas se realizaron. Para realizar el análisis de las pruebas, los resultados obtenidos se clasificaron en Satisfactorios "S", regulares "R" y malos "M", además se incluyen las observaciones de dichas pruebas, de acuerdo con el testimonio del estudiante. Los resultados de las pruebas realizadas con el estudiante son 100% satisfactorios ya que en las diferentes sesiones el estudiante fue adquiriendo experticia en el manejo del aplicativo y sus componentes, estos resultados también se deben a la proactividad que el estudiante tiene ya que en cada una de las pruebas se mantuvo motivado a culminarlas.

Segundo caso de estudio Verónica Pamela Farinango (82% de discapacidad visual)

Igualmente, las pruebas de funcionamiento se las realizaron mediante sesiones con el estudiante como se muestra en la figura 10. Aplicando la misma metodología que el caso anterior.

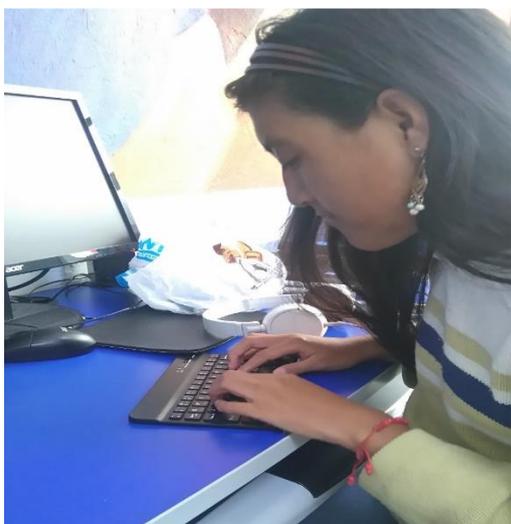


Figura 10. Estudiante Verónica Pamela Farinango realizando las pruebas de funcionamiento.

No todos los resultados son satisfactorios debido a las dificultades que presenta el porcentaje de discapacidad visual del estudiante, pero estas falencias se pueden corregir con el uso continuo del sistema para que el estudiante vaya adquiriendo una mayor experticia más que todo en el uso del teclado, ya que para la codificación y guardado de archivos en el sistema siempre se requerirá de la ayuda de otra persona.

C. Implementación de test especializados para la obtención de resultados

Las áreas científicas que realizaran los test son ramas de la psicología a cargo de profesionales especializados en las mismas, estos profesionales forman parte del personal docente y administrativo de la Universidad Técnica del Norte, dichas áreas científicas son las siguientes: Neuropsicología, psicología emocional y psicología educativa.

Neuropsicología.

El test se centra en el análisis de la comprensión lectora del estudiante y en la

velocidad de lectura, es decir, cuantas palabras puede comprender de una lectura y el tiempo que le toma. El procedimiento de implementación consiste en presentarle una lectura al estudiante y una vez que la termine de leer se le presentaran una serie de preguntas correspondientes a la misma. Para determinar la velocidad de lectura se calcula el número de palabras por minuto que el estudiante lee.

Con respecto al prototipo, se guarda el archivo de texto que contenga la lectura dentro de la memoria para que posteriormente el dispositivo de lectura al mismo para luego realizar las preguntas al estudiante acerca de la misma.

Psicología Educativa.

Dentro de esta área se implementan los test de aptitud vocacional y un análisis comparativo de los reportes de calificaciones, con los cuales se podrá evaluar el aprovechamiento del estudiante al igual que si se encuentra a gusto en la carrera que escogió.

El Test de aptitud vocacional es un cuestionario que presenta una serie de preguntas que pueden ayudar a determinar cuáles son los intereses del estudiante donde señalara 1 para nunca, 2 casi nunca, 3 algunas veces, 4 muchas veces y 5 siempre. En la Tabla 10 se muestra las preguntas del cuestionario de aptitud vocacional

Psicología Emocional.

Dentro de esta se implementarán los test de Mauricio Gex, SACKS y Hamilton, con los que se determinara los niveles emocionales de los estudiantes.

Test de Mauricio Gex: Este test presenta una lista de rasgos de carácter. Se deben encerrar en un círculo los números de las frases que estime realmente que son propias del estudiante y en caso de duda no deberá marcar nada. Lo esencial es que responda con la mayor sinceridad sin preocuparse por las condiciones.

Test de SACKS: Este test presenta frases incompletas las cuales debes ser completadas por los estudiantes, con las cuales se determinará la actitud emocional del estudiante. Las preguntas pueden variar de acuerdo con el objetivo de estas.

Test de Hamilton: Este test ayuda a identificar el nivel de ansiedad que poseen los

estudiantes aquí el psicólogo a cargo del test puntúa de 0 a 4 puntos cada ítem, valorando tanto la intensidad como la frecuencia de este. Se pueden obtener, además, dos puntuaciones que corresponden a ansiedad psíquica y a ansiedad somática. Es aconsejable distinguir entre ambos a la hora de valorar los resultados de esta. No existen puntos de corte. Una mayor puntuación indica una mayor intensidad de la ansiedad. Es sensible a las variaciones a través del tiempo o tras recibir tratamiento.

IV. CONCLUSIONES

Al identificar los problemas o dificultades que presentan los estudiantes con discapacidad visual se pudo evidenciar la necesidad de desarrollar herramientas tecnológicas que puedan mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes, con el objetivo de que la Universidad sea inclusiva y brinde las herramientas necesarias a nuevos estudiantes que deseen ingresar y que poseen discapacidad visual.

El desarrollo de estas herramientas de estudio abarca varios aspectos que hay que tomarlos muy en cuenta, tales como, el aspecto psicológico, social y pedagógico del estudiante con discapacidad. Esto se debe a que dichos factores influyen directamente en la vida estudiantil de estas personas y de acuerdo con esto se debe ir desarrollando cada una de las funcionalidades del prototipo.

Existen varios tipos de motor de voz, tenemos, síntesis de Google, TTL Samsung, Voces de Vocalizer, etc. Cada uno de estos tiene características diferentes al momento de realizar la conversión de texto a voz, una característica principal es que con ciertas palabras cuya gramática este mal o simplemente está mal escrita algunos motores de voz deletrean la palabra mientras que otros intentan pronunciarla.

En el diseño del menú principal del aplicativo EASY NOTE V3 se tomó en cuenta que no exista aspectos que puedan afectar emocional o psicológicamente a los estudiantes, es decir, en un principio cada configuración se accedía mediante botones cuyos textos decían discapacidad visual del 77%, 82% y 100%, esto se lo modifiqué ya que se puede interpretar como un tipo de discriminación u ofensa hacia el estudiante, los nombres que se optó fueron SIRIO, CANOPUS y RIGIL, que son los nombres de las estrellas más brillantes en el universo.

En la fase de diseño se encontraron algunas limitantes en cuanto a funciones de programación debido a que la estudiante Verónica Farinango utiliza un lector de pantalla en su computadora y el motor de voz al momento de escribir le indica palabra por palabra lo que acabo ingresar, en el prototipo esto no se puede lograr debido a que se utiliza campos de texto y al momento de indicarle al sistema que lea lo que se ingrese este dará lectura a todo el texto que se encuentre en el campo mas no palabra por palabra.

Con respecto a la plantilla braille diseñada para el teclado es necesario que el estudiante que vaya a utilizar el dispositivo tenga conocimiento de dicho lenguaje específicamente el de lectura, también el estudiante puede tener conocimiento de mecanografía, como es el caso de Verónica Farinango, ya que con esto puede ubicar las diferentes teclas y escribir con mayor facilidad, además la plantilla de las letras “F” y “J” no deben interferir con las señaléticas que poseen los teclados para la ubicación de los dedos en cuanto a mecanografía.

REFERENCIAS

- [1] M. Albertí y L. Romero Ortega, Alumnado con discapacidad visual, España: Liberdúplex, 2010.
- [2] P. M. Andrade, «Alumnos con discapacidad visual Necesidades y respuesta educativa,» 2010. [En línea]. Available: <http://www2.esuelascatolicas.es/pedagogico/Documents/Discapacidad%20Visual%205.pdf>.
- [3] J. Ferreyra, A. Méndez y M. Rodrigo, «El uso de las TIC en la Educación Especial: Descripción de un Sistema Informático para Niños Discapacitados Visuales en Etapa Preescolar,» *TE&ET | Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 2009.
- [4] GooglePlay, «Play Store,» Google, 2017. [En línea]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=es.codefactory.vocalizertts&hl=es>.