

Aplicación inteligente auditiva para la enseñanza-aprendizaje del habla en niños con síndrome down

Luis Alberto Morales Rosales

Instituto Tecnológico Superior de Misantla, Carretera a Loma del Cojolite km 1.8

Misantla, Veracruz, (235)3231545

lamorales@itsm.edu.mx

Mariana Lobato Báez

Instituto Tecnológico Superior de Libres, Camino Real SN, Barrio de Tetela,

Libres, Puebla, (276)473 0828

elegancia_14@hotmail.com

Resumen

El habla es uno de los elementos de comunicación más importantes que se adquiere en las primeras etapas de la vida. El desarrollo del habla en los niños con Síndrome Down (SD) es uno de los retos más arduos que enfrentan los educadores y padres de familia. En este artículo se presenta el diseño e implementación de una aplicación inteligente auditiva de terapias de logopedia de voz para niños con SD (AUDIKID), como herramienta de enseñanza-aprendizaje del habla. AUDIKID, es una herramienta inteligente que permite recomendar terapias de logopedia para facilitar el aprendizaje del habla en los niños con SD. La recomendación se realiza utilizando un modelo computacional artificial (red neuronal), que analiza imágenes de los espectros generados por la voz del infante y las clasifica de acuerdo a una base de conocimientos para identificar la calidad e intensidad con que el infante pronunció la palabra y con ello determinar el tipo de problema detectado (e.g. arrastre de una palabra). AUDIKID presenta un entorno amigable y llamativo para los infantes y ha sido probado en tres primarias localizadas en

la ciudad de Oriental, Puebla, donde se obtuvo un incremento del 30% con respecto al método tradicional de enseñanza del habla.

Palabras Claves: dislalia, terapia de logopedia, recomendador, red neuronal, modelo de enseñanza aprendizaje.

1. Introducción

El habla es una de los principales canales de comunicación que tenemos los seres humanos. En los niños con Síndrome Down el desarrollo del habla es un proceso lento. El habla es una de los principales herramientas de comunicación que tenemos los seres humanos. En los niños con Síndrome de Down (SD), el desarrollo del habla es un proceso lento, cansado y difícil, que conlleva generar sistemas de enseñanza aprendizaje, estrategias y ejercicios que apoyen el aprendizaje del habla. En México, la institución encargada de realizar las estadísticas nacionales, censos y conteos oficiales es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). De acuerdo a los conteos en el año 2000, las personas con discapacidad incluyendo niños con DS en México eran el 1.8% de la población total, para el año 2010 representan el 5.1%. Es decir hubo un aumento aproximado de 3 puntos porcentuales y se estima que en México hay una población de 250,000 (doscientas cincuenta mil) personas con discapacidad incluyendo a niños con SD [1].

Estos datos hacen reflexionar sobre soluciones que se requieren desarrollar para mejorar las condiciones de vida de esos infantes. Los niños con SD presentan un desequilibrio genético que ocasiona modificaciones en el desarrollo y función de los órganos y sistemas, tanto en las etapas prenatales como postnatales. Consiguientemente, aparecen anomalías visibles y diagnosticables; unas son congénitas y otras pueden aparecer a lo largo de la vida. El sistema comúnmente afectado es el sistema nervioso y dentro de él, el cerebro y cerebelo; por este motivo, casi de manera constante la persona con SD presenta, en grado variable, discapacidad intelectual, afectando principalmente

las habilidades motrices y el sistema de comunicación apareciendo trastornos del habla y lenguaje [2].

El desarrollo del lenguaje constituye una de las áreas en las que los niños con síndrome de down presentan mayores dificultades. En general, se suele considerar que estos niños presentan un perfil evolutivo diferente al de los niños con desarrollo típico, tanto cuantitativa como cualitativamente [3]. De hecho, aunque hay raras excepciones, estos niños representan un retraso específico en el desarrollo del lenguaje en relación con otras áreas (cognitiva, social, etc.), el cual se hace más evidente según avanza su desarrollo. No sólo aparecen diferencias en el desarrollo lingüístico en relación con otras áreas, sino que también aparecen disociaciones específicas entre distintos componentes del lenguaje (ejemplo, su nivel léxico es superior al morfosintáctico) o entre procesos lingüísticos (ejemplo, su actuación general en comprensión es mejor que en producción y su actuación en comprensión léxica es superior a la sintáctica) [4].

En relación con otras habilidades lingüísticas, el desarrollo gramatical es el aspecto en el que los niños con SD presentan un mayor deterioro, siendo sus habilidades sintácticas muy inferiores a las cognitivas y a la comprensión del vocabulario [5]. Además, la producción sintáctica suele mostrarse más retrasada que la comprensión si la comparamos con niños con desarrollo típico [6].

La inteligibilidad del habla es la claridad con que se expresa una persona. Un habla es inteligible cuando se entiende con facilidad. En los niños con SD se encuentran presentes los siguientes problemas:

Articulación. Se enfoca principalmente a la producción de sonidos que forman las palabras. Para articular de manera adecuada un fonema, es necesario la utilización de los órganos bucofonatorios (lengua, labios, paladar). Los niños con SD. Suelen presentar dificultad al momento de articular determinados fonemas.

Fluidez. Es la velocidad y el ritmo con que se habla La tartamudez es un ejemplo de una forma más habitual, debida a pausas, repeticiones de sonidos, palabras entrecortadas o prolongaciones de sonidos.

Tono, la intensidad y la calidad. La voz de las personas con SD suele caracterizarse por ser ronca, como un inadecuado uso de la laringe, la penetración de reflujo gastroesofágico en la laringe, alteraciones de tipo endocrino asintomáticas o diferencias neurológicas [7].

La tecnología, favorece la integración educativa y social de los alumnos con discapacidades [8]. El uso de programas informáticos no debe quedar aislado del proceso de enseñanza-aprendizaje y ser considerado como un recurso didáctico.

El apoyo de las tecnologías de la información y comunicación ha favorecido a la educación especial para tratar de disminuir estos problemas. Para el desarrollo del lenguaje y habla se utilizan estrategias multimedia y juegos didácticos que apoyan tanto visual como auditivamente el fortalecimiento del habla. Sin embargo, pocas son las aplicaciones que incluyen recomendaciones de terapias de logopedia al evaluar en tiempo real los problemas que presentan los infantes con SD. Las aplicaciones para los niños mexicanos son escasas o tienen un costo elevado ya que en la mayoría de los casos están diseñados para niños de otros países.

Por lo que, el presente trabajo está enfocado en ayudar a niños con SD que presentan problemas del habla. El sistema AUDIKID presentado en este proyecto se enfoca en evaluar el habla en niños a través de ejercicios para generar terapias de logopedia que permitirán mejorar el habla del infante.

Existen diversos proyectos que ayudan a resolver o mejorar problemas del habla que presentan los infantes con Síndrome de Down (SD) entre los más importantes describiremos los siguientes:

Rosas et al. presentan en [9] el diseño y desarrollo de un sistema multimedia para estimular en el niño algunas de las nociones relevantes en la educación preescolar, abarcando las áreas de Lenguaje, Número, Orientación Temporal y Orientación Espacial. La interacción con el sistema es a través de una pantalla táctil dividida en cuatro cuadrantes, que en sus orillas exteriores cuenta con áreas de selección, destacadas en textura para que el niño las pueda reconocer.

Bonilla en [10] presenta la utilización de una computadora, en específico con ayuda del software LOGO, para ayudar a las niñas con Síndrome de Down a aprender contenidos lógico- matemáticos, en particular en relación al conteo, y la noción de cantidad (originalmente también se quería trabajar las nociones de suma y resta, pero fue poco lo que se hizo de esto). Las actividades se probaron con un grupo piloto y de control de dos niñas normales de 6 años de edad, que cursaban el primer grado de primaria en una escuela regular. En la investigación principal se trabajaron con tres alumnos con Síndrome de Down de 12-13 años, y se presentan los estudios de caso de dos de ellos. Al concluir las sesiones de trabajo con los interactivos computacionales, se observaron ciertos avances en las habilidades de conteo, aunque menores, en los alumnos con SD, que lo que se esperaba; los resultados fueron más exitosos con las niñas de control.

Miranda et al. presentan en [11] un juego electrónico (Gravedad) con reconocimiento de voz para estimular a niños en edad escolar con problemas del lenguaje dislalia. Se presenta las características y elementos del juego electrónico, así como su integración con el sistema de reconocimiento de voz y los resultados de unas pruebas de usabilidad.

Perera y Miranda en [12] presentaron el diseño de un Corpus de Voz en Español para Niños en Edad Escolar con Problemas de Lenguaje. Se presenta un sistema de reconocimiento de voz que, de manera lúdica y con interacciones propias de los videojuegos, como la competencia y la repetición, permite a niños con problemas de lenguaje practicar y mejorar el reconocimiento de mensajes verbales

Vargas et al. presentan en [13] el diseño de un Software Educativo para la Integración de Niños con Hipoacusia en preescolar en un enfoque multidisciplinario. El artículo muestra los resultados de un software que, a través de estímulos visuales e interacciones con una interfaz gráfica de usuario, puede ayudar a niños con problemas auditivos a integrarse durante el período preescolar.

Galeote et al. en [14] realizaron la adaptación de inventarios para la evaluación y el estudio del desarrollo del lenguaje de los niños con síndrome de Down. Se trata de la primera adaptación específica para evaluar a estos niños teniendo en cuenta su perfil evolutivo de desarrollo comunicativo y lingüístico. En la actualidad, estamos aplicando el

inventario a una muestra amplia de niños con síndrome de Down. Ello nos permitirá ofrecer datos normativos sobre el desarrollo lingüístico y comunicativo de estos niños que pueden ser de utilidad para padres, educadores, clínicos e investigadores.

Cevera y Ygual en [15] propusieron un método para evaluar a niños con trastornos fonológicos de aprendizaje de la lectura y escritura. Los autores proponen una serie de terapias y ejercicios para mejorar la dicción. Las pruebas que proponen se enfocan a medir los fonemas y la forma en que son emitidos por los niños, con ello se centran en identificar los principales tipos de dislalias y problemas de fonemas. Este trabajo es interesante ya que observamos de su investigación los tipos de pruebas y los representaremos en el sistema AUDIKID.

Galiana et al. [16] proponen el uso de un sistema para la visualización de videos de los distintos problemas de dislalia que se pueden presentar. Es una herramienta complementaria y permite ver acciones que se deben realizar para mejorar el habla. La desventaja que se presenta es que requiere la intervención constante del especialista en lenguaje, lo cual lo hace impráctico para los padres de familia.

Muñoz, et al. en [17] Desarrollo un sistema de reconocimientos de dislalia que utiliza el reconocimiento de patrones para agrupar los problemas y ofrecer un pre-diagnostico a los terapeutas para facilitar la detección de las dislalias. La principal diferencia entre su trabajo y el nuestro, radica en el método de detección para la dislalia, y en las etapas de pre-procesamiento del espectro. Otra diferencia es que en nuestro caso se incluye la recomendación de terapias que pueden realizar los padres de familia para ayudar en el desarrollo del lenguaje sin necesidad del especialista.

Investigadores de la Universidad de Granada, han desarrollado una aplicación para dispositivos móviles, disponible de forma gratuita, que permite mejorar las competencias básicas (matemáticas, lenguaje, conocimiento del entorno, autonomía y habilidades sociales) de niños con Trastorno de Espectro Autista y con síndrome de Down. Esta aplicación, denominada Picaa, puede utilizarse en los dispositivos electrónicos iPhone, iPad e iPod touch, y ha sido traducida a varios idiomas, entre ellos el inglés, el gallego y el árabe. [18]

Otto, et al. en [19] proponen un sistema cuyo objetivo es el de trazar la actuación de un niño con Síndrome de Down ante un problema planteado en modo de juego de ingenio donde fundamentalmente deberá hacer uso de habilidades lógico-matemáticas y espaciales, que ayudando al niño en forma interactiva, lo guía en el proceso de aprendizaje. El trazado de la actuación del niño se registrará como una decisión tomada y podrá ser analizado posteriormente con otras herramientas de software y dicha información podrá ser de utilidad para los investigadores del área educativa a fin de poder adaptar los métodos de enseñanza centrándose en las fortalezas de los niños con necesidades educativas especiales. El alumno interactuará con el sistema a través del mouse o del teclado. Por el momento se está evaluando en un ámbito adecuado en el que se puedan realizar experiencias en una etapa inicial y se explora la posibilidad de obtener una causística apropiada para realizar el análisis de los datos realizados a través de técnicas estadísticas o de minería de datos en un futuro.

Mauri et al. en [20] ofrecen nuevas oportunidades de interacción, estimulación y creación interactiva a personas afectadas de parálisis cerebral en grados moderados a severos. Se basan en las técnicas de visión artificial, que permiten capturar los gestos de un usuario y transformarlos en imágenes, sonido y vibración acordes al gesto. Entre los objetivos que presenta esta investigación se encuentran los sistemas de visión artificial que permitan la interacción adecuada y las metodologías de análisis que permitan mostrar y mejorar la efectividad del sistema. Por el momento se cuenta con un prototipo capaz de generar sonido mediante un gesto y el procesamiento de las emisiones orales de los participantes para añadirles los efectos digitales.

2. Desarrollo

En este trabajo se presenta el diseño e implementación de una aplicación inteligente auditiva de terapias de logopedia para niños con Síndrome Down (AUDIKID), basada en

redes neuronales, como herramienta de enseñanza aprendizaje del habla. La construcción de AUDIKID está basada en seis componentes principales, véase Fig. 1.

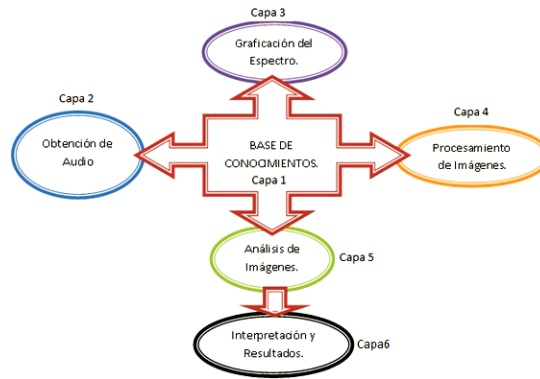


Fig. 1. Componentes de AUDIKID

A continuación describiremos el propósito de cada uno de estos componentes. Así como las variables y salidas de cada uno de los módulos para integrar la recomendación de las terapias de logopedia que ayuden a mejorar el habla en los niños con SD.

Componente 1. Base de Conocimientos

Este componente consiste en la conformación de la base de conocimiento. Con el fin de tener un catálogo variado de sonidos de palabras se incluyeron las categorías de frutas, colores, animales, vocales y dígitos. Asociado a cada sonido se incluye su espectro en formato de imagen para utilizarlo en etapas posteriores. Aunada a ello, se almacena la voz producida por cada infante al interactuar con el sistema en forma de espectros en formato de imagen. Como gestor de almacenamiento se utilizó MySQL.

Componente 2. Obtención de Audio

La interacción con el sistema es a través de ejercicios que se le presentan al niño con el fin de que repita el sonido de la palabra desplegada en la pantalla y emitido en las bocinas. Una vez que se presenta el sonido dependiendo de la categoría que se elige: frutas, colores, animales, vocales y dígitos, se obtiene la señal de la voz del infante de forma digital utilizando un micrófono. En la Fig. 2 se puede observar la interfaz para la obtención del audio. En esta etapa en las primeras ocasiones el niño es guiado por un tutor o padre de familia. Conforme el niño pueda por si mismo interactuar con la computadora se va dejando esta actividad de manera autodidacta. En las pruebas realizadas, se observó que los infantes con una edad mental de ocho a diez años fueron capaces de utilizar la computadora por si mismos. Esto debido a que solo tienen que presionar un botón para grabar su interacción con la interfaz.



Fig. 2. Grabación de audio

Componente 3. Graficación del espectro

Este componente se encarga de realizar el pre-procesamiento de la voz digital capturada para transformarla en una gráfica que represente su espectro. Mediante el espectro es posible identificar las frecuencias altas y/o bajas que el infante genera al emitir un sonido correlacionado con alguna de las categorías que se elijan.

En la Fig. 3 se puede observar la graficación del espectro de una palabra, de igual forma se pueden observar algunas características de la señal, tales como: nombre del archivo, número de bytes, número de frames y el formato de digitalización que se utilizó (e.g. raw).

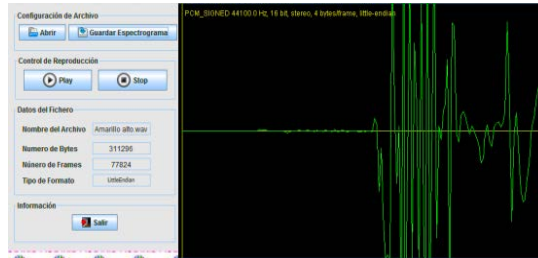


Fig. 3. Graficación del espectro

Capa 4. Procesamiento de imágenes

Una vez obtenido el espectro de la señal de voz generada por el infante al pronunciar una palabra es necesaria su transformación en una imagen para su posterior procesamiento. La imagen es convertida a escala de grises para una mejor determinación de los umbrales y obtener un mejor contraste del espectro utilizado para determinar con mejor precisión la intensidad y calidad de la pronunciación del infante. La Fig. 4 muestra un ejemplo de un espectro en escala de grises.

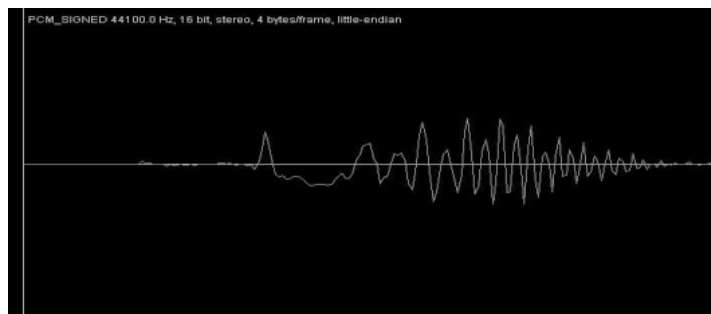


Fig. 4. Obtención de escala a grises

Componente 5. Análisis de imágenes

El análisis del espectro para llevar a cabo la recomendación es llevado a cabo por una red neuronal retropropagada multicapa. Esta red tiene como entrada el espectro en escala de grises y como salida cuatro valores que definen la intensidad, calidad y forma en que el niño pronuncio una palabra. La red está programada usando el framework Neuroph y el lenguaje de programación Java.

Componente 6. Interpretación de imágenes

El último componente es la interpretación de los resultados de la red neuronal. Las salidas de la red determinan en qué grado se encuentra la pronunciación del espectro de voz del niño. La salida indica en qué grado de intensidad se pronunció la palabra, determinando una ponderación de la frecuencia alta, baja y normal de la palabra. Además, se indica si en la pronunciación el infante arrastro la palabra. Estos indicadores permiten identificar el tipo de terapia de logopedia indicado para que el infante mejore mediante los ejercicios. Las terapias permiten estimular las cuerdas bucales, el movimiento de la boca y la lengua para ayudar a corregir los problemas del habla. Los resultados de la Fig. 5 corresponden a la imagen en escala de grises de la Fig. 4. En este ejemplo, se observa que la palabra por el infante fue pronunciada en un tono normal pero que tiene un problema de arrastre de la palabra.

A Baja : 0,004
A Alta : 0,0015
A Arrastrada : 0,9012
A Normal : 0,3048

Fig. 5. Salida de la red neuronal

3. Resultados

En la figura 6 se muestra la interfaz principal de AUDIKID. La ventana presenta las categorías de palabras que pueden ser elegidas para reforzar el habla en los niños con SD. Entre las categorías que puede elegir se encuentran: frutas, colores, animales, vocales y dígitos. Una vez elegida la categoría se empezará a trabajar con cada uno de los componentes descritos anteriormente para generar la recomendación.



Fig. 6. Interfaz principal del software

Por medio del sistema, el doctor también podrá visualizar valores que le ayuden a ver el avance del niño, en este caso estos valores podrán ser vistos después de la finalización de la grabación de la voz del niño. Esta es una herramienta se pondrá a disposición de manera gratuita para los centros de atención especializados en ayudar a niños con síndrome de Down, tales como, CRIO (Centro de Rehabilitación Infantil de Oriental), y CAM (Centro de Atención Múltiple).

Con el análisis de la presente investigación se buscó el desarrollo de una plataforma interactiva que ayudará a mejorar el nivel de aprendizaje con base a resultados numéricos que representan el nivel aproximado del problema que presenta el infante con Síndrome de Down para ello se realizó un estudio de red neuronal donde se obtuvieron datos relevantes sobre el comportamiento del infante y pronunciación de palabras para ello se realizaron pruebas en tres diferentes escuelas primarias(Enrique.C.Rebsamen, Rafael Ávila Camacho y Miguel Hidalgo), donde 20 de 227 infantes de la escuela Enrique.C.

Rebsamen ,15 de 155 de la escuela Rafael Ávila Camacho y finalmente 5 de 25 interactuaron con el sistema, realizando la pronunciación de la letra correspondiente a la figura que se les mostró, en este caso con la letra A la cual como resultado se obtuvo que la pronunciación baja de dicha letra fue de 0,004, la alta fue de 0,0015, la arrastrada de 0,9012 y finalmente la pronunciación normal fue de 0,3048 esto indica en qué nivel de pronunciación se encuentra cada infante.

De acuerdo a estos resultados el doctor o especialista determinó el tipo de terapia adecuada para mejorar la habilidad del habla del infante con el fin de recomendar una terapia y ser apoyo para sus padres y maestros en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esta plataforma fortaleció las capacidades cognitivas, y auditivas de los infantes por medio de la estimulación visual y auditiva durante la interacción entre la computadora y los niños.

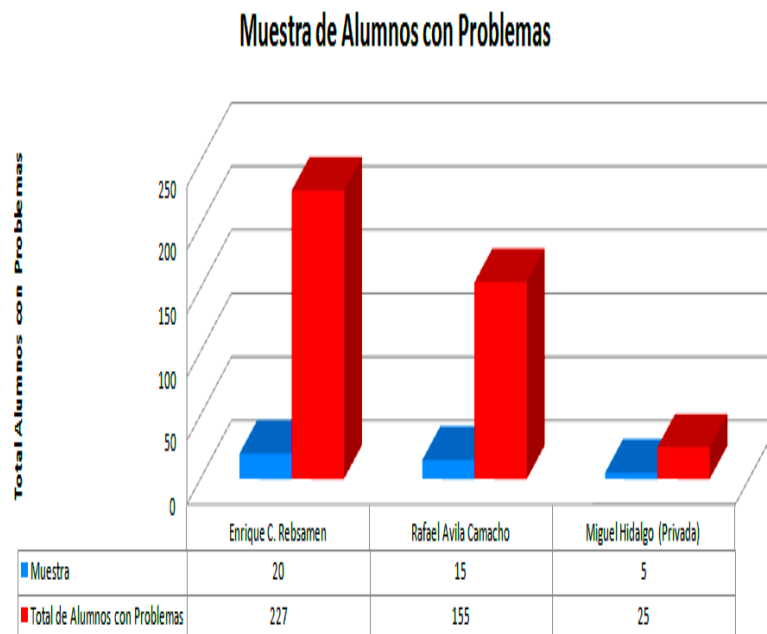


Fig. 7. Muestra de Alumnos con problemas

Los resultados de las muestras de cada escuela fueron los siguientes:

Escuela Miguel Hidalgo: De cinco niños el porcentaje alto fue del 50% el cual presentó una pronunciación normal y el porcentaje bajo fue de 10% de pronunciación arrastrada. (Véase Fig. 8)

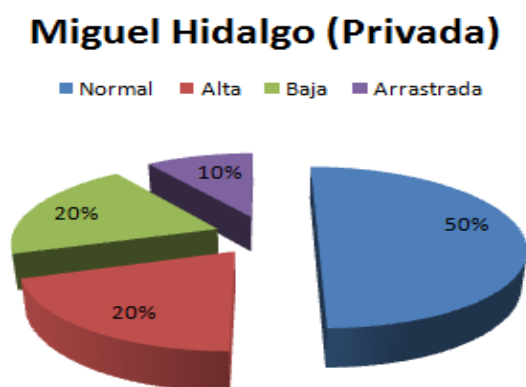


Fig. 8. Resultados de la letra A

La segunda escuela, Enrique.C. Rebsamen presentó una pronunciación de palabras alta de un 40% y el 10% de pronunciación arrastrada. (Véase Fig. 9)

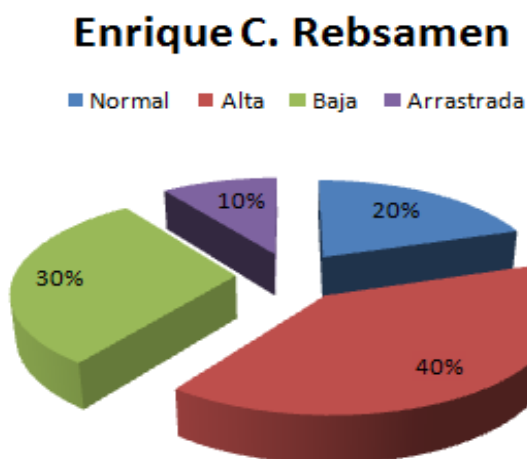


Fig. 9. Resultados de la letra A

Finalmente la escuela Rafael Ávila Camacho presentó una pronunciación alta de un 30% y porcentaje bajo del 10% de pronunciación arrastrada. (Véase Fig. 10)

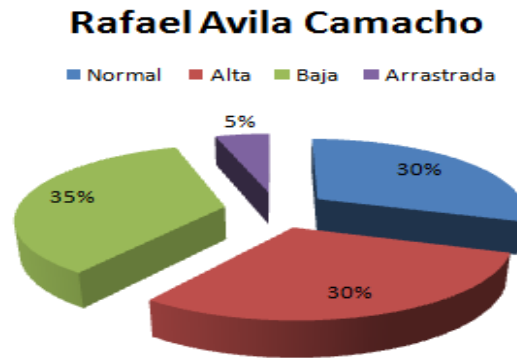


Fig. 10. Resultados de la letra A

4. Discusión

En estos momentos se están realizando las pruebas en el centro CRIO de atención para niños con síndrome down. Sin embargo, hasta lo que se tiene recopilado de información con las pruebas en las primarias con niños que no sufren alguna discapacidad intelectual se pudo detectar cuáles eran los niños que presentaban problemas de dislalia. Esto nos ayuda a establecer un precedente de la precisión que tiene nuestro sistema recomendador. El principal problema que se detectó fue el arrastre y una falta de modulación de la intensidad de la voz.

5. Conclusiones

Se diseñó e implementó una aplicación inteligente auditiva de terapias logopédicas de voz para niños con Síndrome de Down (AUDIKID), basada en redes neuronales, como herramienta de enseñanza-aprendizaje del habla. La implementación de AUDIKID se

está llevando a cabo en los centros de rehabilitación como, CRIO, y CAM por lo que tendremos resultados de estos estudios en un futuro cercano. Sin embargo, al realizar pruebas de la aplicación desarrollada en tres primarias se obtuvo lo siguiente:

1.- Ayuda a mejorar el nivel de aprendizaje a niños con respecto de los que no utilizaron la aplicación (el resultado en nuestra experiencia fue superior en 30%).

2.- Permite facilitar la enseñanza del habla a especialistas y pedagogos con respecto a quienes no utilizaron la aplicación (el resultado en nuestra experiencia fue superior en 45%) ya que se detectaron en menor tiempo los problemas de dislalia.

3.- Las terapias logopedicas de voz recomendadas por AUDIKID permitieron facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje del habla a los especialistas y niños de las primarias.

6. Referencias

- [1.] INEGI. (2013). Las personas con discapacidad en México : una visión al 2010. *Obras complementarias publicadas por el INEGI - ISBN en tramite, 272.*
- [2.] Flórez, J., & Ruiz, E. (2004). El Síndrome de Down: Aspectos Biomédicos, Psicológicos y Educativos. *Fundación Iberoamericana Down 21.*
- [3.] Caselli, M., Vicari, S., Longobardi, E., Lami, L., Pizzoli, C., & Stella, G. (1998). Gestures and words in early development of children with Down Syndrome. *J.Speech Lang HearRes*, 1125-1135.
- [4.] Marchetti, C., Caselli, M., & Vicari, S. (1994). Conoscenze lessicali e primo sviluppo morfosintattico. *Le Persone Down*, 28-48.
- [5.] Abbeduto, L., Warren, S., & Conner, F. (2007). Language Development in Down Syndrome. *Ment Retard Develop Disabi*, 247-261.
- [6.] Abbeduto, L., Pavetto, M., Kesin, E., & Weissman, M. (2001). The Linguistic and Cognitive Profile of DS. *Down Syndrome: Res and Pract*, 9-16.
- [7.] Ledy. (1996). Comunicación, Lenguaje y Habla. *Fundación Iberoamericana Down 21.*

- [8.] Bruno, A., Noda, M., & Aguilar, R. (2006). Analisis de un Tutorial Inteligente sobre Conceptos Lógico- Matemáticos en Alumnos con Síndrome de Down. *Relime Versión 9, Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*.
- [9.] Rosas, R., Jaramillo, A., & Ramírez, J. (1997). Diseño y Evaluación de Impacto sobre la Organización de la Jornada Pedagógica de un Sistema Multimedia de Apresto Escolar para Niños Ciegos. *Pensamiento Educativo*, 419.
- [10.] Bonilla, J. (2012). Actividades Computacionales de Conteo Matemático para Niños con Síndrome de Down. *Tesis de Maestría, CINVESTAV*, 162.
- [11.] Miranda, C., Camal, R., Cen, J., Gonzalez, C., Gonzalez, S., García, M., y otros. (2007). Un Juego de Gravedad con Reconocimiento de Voz para Niños con Problemas de Lenguaje. *Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Matemáticas, Unidad Tizimin*.
- [12.] Perera, G., & Miranda, C. (2009). Diseño de un Corpus de Voz en Español para Niños en Edad Escolar con Problemas de Lenguaje. *Faz*, 96.
- [13.] Vargas, D., Rojano, R., & García, R. (2009). Diseño de un Software Educativo para la Integración de Niños con Hipoacusia en Preescolar. *Faz*, 96.
- [14.] Galeote, M., Soto, P., Serrano, A., Pulido, L., & Rey, R. (2006). Un Nuevo Instrumento para Evaluar el Desarrollo Comunicativo y Lingüístico de Niños con Síndrome de Down. *Revista Síndrome de Down Volumen 23*, 20-26.
- [15.] Cevera, J. F., & Ygual, A. (sf). Evaluación e intervención en niños con trastornos fonológicos y riesgo de dificultad de aprendizaje de la lectura y escritura. *E.U. de Magisterio EDETANIA (Adscrita a la Universitat de València)*, 42.
- [16.] Galiana, J., González, G., & Sauca, A. (2011). Intervención y Tratamiento en las Dislalias con la Ayuda del Programa de Visualización del Habla MetaVox. *Innovaeduca.net Número 3*.
- [17.] Muñoz, D., Riveras, M. Á., Sierra, J. M., Aldape, M., & Mujica, C. (2011). Sistema de Prediagnóstico de Dislalia Infantil "Ki' T'aa". *Trabajo Terminal, Instituto Politécnico Nacional*.
- [18.] Europa, P. (15 de 11 de 2012). Una Aplicación para Móvil mejora las Habilidades Sociales de Niños Autistas y Síndrome de Down . *20minutos.es*.

- [19.] Otto, W., García, R., Britos, P., & Gomez, S. (2006). Sistema para el Trazado del Aprendizaje de las Reglas de un Juego de Ingenio por Parte de Niños con Síndrome de Down. *Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Madrid, 287.*
- [20.] Mauri, C., García, M., & Bagés, J. (sf). Terapia Musical y Multisensorial Mediante las Nuevas Tecnologías: Proyecto SATI. *Universidad de Paris 8.*

7. Autores

El Dr. Luis Alberto Morales Rosales es profesor investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Misantla. Ha publicado en diversas revistas internacionales y es profesor invitado en la Universidad Rey Juan Carlos. Las líneas de interés son el cómputo inteligente, sistemas distribuidos y las tecnologías aplicadas en la educación.

La M.S.C. Mariana Lobato Báez es profesora investigadora en el Instituto Tecnológico Superior de Libres, cuenta con diversas publicaciones nacionales e internacionales, su área de investigación es el cómputo inteligente y las tecnologías emergentes aplicadas a la educación.