Análisis para determinar la viabilidad del uso de un software traductor de documentos con notación matemática a voz como apoyo al aprendizaje de las personas con discapacidad visual

Analysis to determine the feasibility of using a document translator software with mathematical notation to speech to support the learning of people with visual disabilities

VAZQUEZ-ZAYAS, Eduardo †*, OLGUIN-GIL, Liliana Elena y VAZQUEZ-GUZMAN, Francisco

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tehuacán, México.

ID 1^{er} Autor: *Eduardo, Vázquez-Zayas* / ORC ID: 0000-0002-6534-5582, Researcher ID Thomson: 4028090, CVU CONACYT ID: 1094961

ID 1^{er} Coautor: *Liliana Elena, Olguín-Gil* / ORC ID: 0000-0003-4649-1434, Researcher ID Thomson: 4006628, CVU CONACYT ID: 410583

ID 2^{do} Coautor: *Francisco, Vázquez-Guzmán* / ORC ID: 0000-0002-3886-4774, Researcher ID Thomson: 4006862, CVU CONACYT ID: 1094851

DOI: 10.35429/JIT.2020.24.7.23.32

Recibido: Julio 25, 2020; Aceptado Diciembre 30, 2020

Resumen

En este artículo se describe el proceso que se siguió para someter a prueba un software, resultado de la primera etapa de una investigación, el cual pretende ser una herramienta de apoyo para las personas con discapacidad visual para mejorar su experiencia en el aprendizaje de las matemáticas. Se hace un análisis de la situación actual en el país y el mundo de las personas con discapacidad que desean continuar sus estudios a nivel medio superior o superior, pero que han encontrado como principales obstáculos no contar con suficiente bibliografía en braille, o los profesores no tienen los medios para generar contenido que los alumnos con discapacidad visual puedan utilizar de la misma forma que sus compañeros de aula. Ahora con la pandemia del Covid-19 se dio un repunte del uso de plataformas educativas y la educación a distancia, dejando a un lado a las personas con discapacidad visual. Presentamos los resultados de encuestas aplicadas a personas con discapacidad visual que participaron utilizando el software para evaluar su experiencia como usuarios y sus opiniones para mejorar la interacción con ella. El objetivo de este estudio es lograr que las personas con discapacidad visual se sientan incluidas en ambientes educativos regulares, reduciendo las barreras que pudieran encontrar en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula, y convertirlas en aulas inclusivas.

Matemáticas, inclusión, TIC, aulas inclusivas, discapacidad visual

Abstract

This article describes the process followed to test software, the result of the first stage of an investigation, which aims to be a support tool for people with visual disabilities to improve their experience in learning mathematics. An analysis is made of the current situation in the country and the world of people with disabilities who wish to continue their studies at a high school or higher level, but who have found as main obstacles not having enough bibliography in Braille, or teachers not They have the means to generate content that visually impaired students can use in the same way as their classmates. Now with the Covid-19 pandemic there was a rebound in the use of educational platforms and distance education, leaving aside people with visual disabilities. We present the results of surveys applied to people with visual disabilities who participated using the software to evaluate their experience as users and their opinions to improve interaction with it. The objective of this study is to make people with visual disabilities feel included in regular educational environments, reducing the barriers that they may encounter in the teaching-learning process in the classroom, and converting them into inclusive classrooms.

Mathematics, inclusion, ICT, inclusive classrooms, visual impairment

Citación: VAZQUEZ-ZAYAS, Eduardo, OLGUIN-GIL, Liliana Elena y VAZQUEZ-GUZMAN, Francisco. Análisis para determinar la viabilidad del uso de un software traductor de documentos con notación matemática a voz como apoyo al aprendizaje de las personas con discapacidad visual. *Revista de Tecnologías de la Información*. 2020. 7-24:23-32.

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: eduardo.vz@tehuacan.tecnm.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La inclusión surge como consecuencia de los altos índices de exclusión y desigualdad educativa que persisten en la gran mayoría de sistemas educativos a nivel internacional. Y es precisamente desde instancias internacionales donde se reclama y se reivindica el derecho a la educación para todos los niños y niñas. Desde estas organizaciones internacionales se insta a las políticas nacionales a través de sus administraciones educativas a que debe asegurarse el acceso a la educación, a que dicha educación ha de ser de calidad y fundamentada en la igualdad de oportunidades y en la equidad.

En la sociedad de la información y el conocimiento en que nos encontramos, el potencial de interacción individuo-máquina se está convirtiendo en una realidad preocupante para las personas que tienen dificultad al acceso a la tecnología.

En tiempos recientes y con el auge de las tecnologías de la información se han desarrollado aplicaciones que permiten que las personas que tienen alguna discapacidad puedan ampliar las habilidades que les permitan la inclusión en el mundo en general.

En la actualidad, el tema de la inclusión de personas con discapacidad ha tenido mayor influencia, prueba de ello es la creación de centros o asociaciones que se han constituido para el desarrollo e igualdad de condiciones de las personas con discapacidad. A pesar de los esfuerzos por lograr su inclusión en la educación, todavía hay problemas en cuanto al concepto de discapacidad por parte de los familiares, docentes y la sociedad en general.

Hablando específicamente de la discapacidad visual, se enfrentan con el problema ideológico social que constituye a la visión como un sentido fundamental, pero también con la falta de conocimiento sobre las herramientas y métodos tecnológicos que sirven como apoyo para la educación de las personas ciegas y débiles visuales. Además, se desconocen las legislaciones internacionales y nacionales que protegen sus derechos.

Actualmente la inclusión educativa es un término que tiene demasiada importancia, se evita la exclusión de personas con dificultades específicas de aprendizaje, sin embargo, aún hay conocimientos escasos para la enseñanza y así poder cubrir las expectativas de los estudiantes con discapacidad visual que buscan los mecanismos necesarios para instruirse en los diferentes planes de estudio que existen dentro de las instituciones educativas. Por ello resulta necesario incorporar las tecnologías de la información para desarrollar aplicaciones o prototipos de hardware y software como apoyo a las personas con discapacidad para ser incluidas en la sociedad.

En este artículo se describe el resultado obtenido después de tener un acercamiento con tecnologías de información tales como lectores de pantalla y el uso de un software que traduce texto y notación matemática a voz con el objetivo de apoyar a las personas con discapacidad visual para el aprendizaje de las matemáticas.

Con el software desarrollado por alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas computacionales del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, se busca proporcionar una herramienta que a través de la voz las personas con discapacidad tengan acceso a materiales escritos, que no existen en Braille y que contengan notaciones específicas matemáticas, tales como representación de quebrados, integrales, diferenciales y todo aquello que contenga simbología especial.

Metodología

En la actualidad, vivimos en una sociedad compleja, globalizada y con organizaciones reticulares muy flexibles por imperativo de las TIC, por lo que la escuela puede considerarse como un ecosistema social y humano [Lorenzo Delgado, 2011]. En dicha sociedad, la discapacidad visual es una realidad con innegables repercusiones personales, familiares, sociales y educativas. Por ello, al alumnado con ceguera o discapacidad visual le urge adquirir conocimientos y destrezas que le permitan disponer de autonomía personal y poder dar funcionalidad a las herramientas básicas de acceso al conocimiento, adquiriendo un ritmo de aprendizaje que favorezca su inclusión en el entorno escolar y social.

La accesibilidad tecnológica implica que una aplicación pueda ser manejada por cualquier alumno. Las tecnologías digitales generan herramientas muy potentes que pueden facilitar la inclusión o la exclusión de los alumnos con discapacidad visual y que, como docentes, debemos conocer [Corbella Roqueta y Boix Hernández, 2005].

Respecto a la accesibilidad e inclusión, habría que plantearse el papel de los docentes y cómo se puede contribuir a la inclusión de las TIC en las aulas con alumnos diversos. El profesorado es el último responsable de que cada alumno cumpla con el programa educativo que le corresponda y que lo haga en las mejores condiciones posibles para cada uno.

Su responsabilidad es conocer a sus alumnos y gestionar la disponibilidad de los recursos más adecuados para atender sus necesidades (Programaciones didácticas y/o Propuestas pedagógicas). Por ello hay que considerar: a) La disponibilidad de herramientas tecnológicas que posibiliten el manejo de un ordenador al estudiante con discapacidad visual. b) La posibilidad y disponibilidad de software propiamente educativo, es decir, programas de aprendizaje de contenido curricular, realmente accesible a estos alumnos, en condiciones didácticamente equiparables a las de sus compañeros [Serrano Marugán, Palomares Ruiz y Garrote Rojas, 2013]

El papel de las TIC en relación con las personas con discapacidad es fundamental, en el sentido de que les va a posibilitar la comunicación con otras personas y con su entorno, pueden facilitar sus aprendizajes, o para integrarse en el mundo laboral. El acceso de las personas con discapacidad a la denominada Sociedad del Conocimiento es un eslabón clave para su integración, desarrollo y participación en la sociedad. Muchas de las personas con discapacidad no podrían acceder a la información o comunicarse con otras personas si no es gracias a determinadas tecnologías.

Entre las posibilidades y ventajas que nos ofrecen las TIC en el ámbito de la diversidad, podemos destacar las siguientes (Cabrerero Almenara, Córdoba Pérez, 2009):

- Ayudan a superar las limitaciones que se derivan de las discapacidades cognitivas, sensoriales y motrices del alumnado.
- Favorecen la autonomía de los estudiantes, pudiéndose adaptar a las necesidades y demandas de cada alumno de forma personalizada.
- Favorecen la comunicación sincrónica y asincrónica de estos estudiantes con el resto de compañeros y el profesorado.
- Propician una formación individualizada, y el que los alumnos puedan avanzar a su propio ritmo, lo cual es de extrema importancia para los sujetos con algún tipo de discapacidad.

Como resultado de todo lo anterior, un grupo de alumnos del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales se dieron a la tarea de investigar y probar las herramientas actuales en el mercado que sirvieran como apoyo a las personas con discapacidad visual.

En esta investigación se observó que existen herramientas conocidas como lectores de pantalla, que ofrecen la funcionalidad de “traducir” mediante un sintetizador de voz, texto que se encuentre en un documento y aún más allá, los símbolos que aparecen en la pantalla de una computadora o un dispositivo móvil. Desafortunadamente al intentar traducir un documento con notación matemática, el algoritmo con el que fueron desarrolladas estas aplicaciones no reconoció simbología muy específica y por lo tanto no fue posible su traducción.

Por esta razón se desarrolló un software que tuviera las funcionalidades de un lector de pantalla más la capacidad de traducción de símbolos matemáticos, dando como resultado Lectomate (o también conocido como Lector de Notación Matemática).

Lectomate es un software para el reconocimiento de símbolos matemáticos en LaTeX (editor para la creación de documentos científicos) mediante síntesis de voz para personas con discapacidad visual. Se hicieron diferentes pruebas, con documentos que contenían desde la notación de operaciones básicas fundamentales, hasta ecuaciones que incluían simbologías más específicas como representación de quebrados, integrales, diferenciales, obteniendo resultados satisfactorios.

El proyecto se ha dividido en cinco fases para su consecución; a continuación, se describe el procedimiento llevado en cada fase:

- En la primera fase se procede a realizar una recopilación de todo el material que pueda ser útil para construir el estado del arte.
- En la segunda fase se lee y analiza detalladamente, la información previamente seleccionada, y se extrae el contenido más relevante para la investigación.
- En la tercera fase se construye el estado de arte con la información de la fase anterior.
- En la cuarta fase habiendo finalizado el estado del arte, se procede a levantar los requerimientos y a construir los modelos propuestos.
- En la quinta fase, se da por finalizado el proyecto, y se establece si cumplió con lo propuesto en los objetivos específicos. Se elaboran las conclusiones.

La metodología usada fue la de Sistemas Suaves de Checkland (1990), la cual permite plantear una solución a problemas donde hay un alto componente social, político, y humano. Al hacer uso de esta metodología, se pueden analizar los agentes que participan en el proceso de desarrollo (Figura 1).

CATWOE	
C	= Clientes (beneficiarios, víctimas, discapacitados)
A	= Actores (los que participan en el sistema)
T	= Transformación (proceso básico que se realiza)
W	= <i>Weltanschauing</i> (perspectiva adoptada)
O	= Owners (propietarios del sistema)
E	= Entorno (constricciones del sistema)

Figura 1 Agentes participantes en el proceso, representados mediante la metodología de sistemas suaves

En el desarrollo del software, por estar orientado a las personas con discapacidad visual, se enfocó en ofrecer fácil acceso, poniendo la funcionalidad antes que la apariencia.

Básicamente el software abre un documento y el contenido lo reproduce mediante el sintetizador de voz de Windows. Funciona independientemente de cualquier otro software lector de pantalla, inclusive se ha probado ejecutando NVDA para leer la pantalla y LectoMate para leer los documentos, al mismo tiempo.

LectoMate consta de 3 pantallas principales: una de inicio, una de selección de capítulos y una que emula a un reproductor, la cual se encarga de la función más importante del software, leer el documento. El programa también permite la exportación del contenido a un archivo de audio o a un archivo de texto. La primera consta de una ventana de inicio (Figura 2) que muestra la opción de abrir un documento, así como el botón “Salir”, con un tamaño más grande para mejor accesibilidad.

Figura 2 Pantalla principal de LectoMate

Al seleccionar el botón “Abrir” se abre la pantalla que permite seleccionar el documento en formato LaTeX, posteriormente se selecciona el capítulo que se desea leer (en caso de que el documento se encuentre estructurado de esta forma) (Figuras 3 y 4)

Figura 3 Selección del Documento

Figura 4 Selección de sección o capítulo

Una vez seleccionado el capítulo, al presionar el botón “Leer”, el programa iniciará la traducción del documento en formato LaTeX a un documento de texto plano, el cual tiene una estructura de mayor comprensión. Dicho documento es narrado por el programa en una interfaz parecida a la de un reproductor de música (Figura 5). Esta interfaz permite navegar a través del documento cambiando capítulos, manipular atributos de volumen, así como la velocidad de reproducción. Además, “LectoMate” brinda la posibilidad de guardar el nuevo documento en formato de texto plano, con la finalidad de poder leer el nuevo documento con otro lector de pantalla que más le convenga y guardarlo en formato de audio para reproducirlo en otro momento con en el medio o reproductor que el usuario decida.

Figura 5 Reproductor de Audio

Resultados

La siguiente etapa del proyecto fue probar el software con personas con discapacidad visual que estuvieran estudiando matemáticas, para esto se contactó a la asociación “Sentir con los ojos del corazón”, que se dedica de forma altruista a concentrar personas con discapacidad visual para apoyarlos a concluir su educación y obtener el certificado correspondiente al nivel escolar que estén cursando. En este punto se encontraron alumnos de niveles de secundaria y bachillerato con aspiración de poder ingresar a cursar una carrera profesional (Figura 6).

Figura 6 Asociación “Sentir con los ojos del corazón”

Al realizar la entrevista con la directora del grupo y algunos de sus profesores comentaron la escasez de material de apoyo para la enseñanza escrito en lenguaje Braille y además que algunas personas no son ciegos de nacimiento y no conocen el lenguaje Braille. Estos representan obstáculos que deben de enfrentar día a día para poder establecer métodos y materiales para facilitar el aprendizaje, no solo de las matemáticas sino de cualquier otra disciplina. Para poder probar el software se establecieron las siguientes actividades:

1. Se seleccionó una muestra representativa de 8 alumnos de nivel secundaria y bachillerato para probar el software como una herramienta de apoyo en su proceso de aprendizaje. Esta selección se hizo tomando en cuenta las habilidades que presentan en el manejo de una computadora o un dispositivo móvil. Se aplicó una encuesta para valorar, entre otras cosas, el conocimiento que tenían al manejo de una computadora o dispositivo móvil, así como la existencia de programas lectores de pantalla, donde se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 7):

a) Resultado pregunta 1

b) Resultado pregunta 2

c) Resultado pregunta 3

d) Resultado pregunta 4

Figura 7 Resultados sobre el uso de herramientas de apoyo

2. Se hicieron visitas a la Asociación “Sentir con los ojos del corazón” para observar la forma en cómo el instructor le enseña al alumno con discapacidad visual, con el objetivo de poder incluir el software dentro de los materiales de apoyo que el instructor normalmente utiliza y con los cuales el alumno ya está familiarizado (Figura 8).

Figura 8 Enseñanza tradicional a los alumnos de secundaria

3. Se les presentó a los alumnos el software, en este punto se tuvieron algunos inconvenientes, tales como, que aún cuando ellos contaban con destrezas básicas en el uso de las computadoras, no conocían la funcionalidad de los lectores de pantalla, por lo tanto, se les instruyó en el uso del lector de pantalla NVDA, para que posteriormente se pudiera trabajar con LectoMate. La aceptación que tuvieron al conocer el lector de pantalla fue muy buena, lo cual se consideró como un buen inicio para que se adaptaran al uso de LectoMate (Figura 9).

Figura 9 Presentando LectoMate

4. Se probó el uso de software durante 3 meses, se observaron varios elementos durante esta etapa: la forma en cómo el alumno ciego interactúa con el software, si realmente puede representar una ayuda en su aprendizaje o puede volverse un obstáculo que provoque cierto rechazo e inclusive la percepción del instructor, ya que aun cuando no es el usuario final del software, es parte importante del proceso de enseñanza-aprendizaje, su valoración y contribución al mismo es muy importante (Figura 10).

Figura 10 Probando LectoMate

5. La invidencia puede abarcar desde la ceguera total a una parcial, que puede ser leve o severa; por su origen, la ceguera puede ser de nacimiento o adquirida; la primera obedece a defectos genéticos (el albinismo, la amaurosis congénita de Leber, la aniridia y el síndrome de Bardet-Biedl) y la segunda, por el daño o impacto que sufre alguna estructura ocular (cristalino, retina, córnea, nervio óptico, cerebro), producido por la edad, una enfermedad (glaucoma, tracoma, oncocercosis, retinopatía diabética, cataratas) o por herencia genética. También existe la ceguera que se adquiere por envenenamiento con metanol [Aquino / García / Izquierdo, 2012]. En los alumnos participantes en la fase de prueba, la discapacidad visual obedeció en enfermedades de tipo congénito y por daño a la córnea por un golpe; de los ocho, cuatro de ellos son completamente ciegos, tres de nacimiento y uno perdió la vista en su adolescencia.

Los otros cuatro tienen baja visión severa, adquirida en su infancia y desarrollada en su adolescencia y adultez. Los nacidos ciegos y los que fueron perdiendo la vista desde la niñez ingresaron a escuelas especiales donde algunos aprendieron braille; el participante que perdió la vista en la adolescencia y una chica de baja visión asistieron a escuelas regulares y no saben braille.

Después de utilizar el software LectoMate como apoyo en algunos de los temas de matemáticas, se les aplicó una nueva encuesta en donde los resultados obtenidos se resumen en las siguientes gráficas:

a) Gráfica 1

b) Gráfica 2

c) Gráfica 3

Figura 11 Resultados de uso de lectomate

Recogiendo la experiencia que tuvieron tanto el profesor como los alumnos ciegos al incorporar el uso de LectoMate en su aprendizaje diario, la aceptación fue buena, los alumnos que nunca habían tenido la oportunidad de utilizar una computadora, por su condición se sintieron motivados a seguir practicando el uso de la computadora con el lector de pantalla (NVDA) y LectoMate para poder aprovechar la utilidad que este conjunto de herramientas les brinda. Por otro lado los que ya habían tenido un acercamiento con las computadoras y los lectores de pantalla, adoptaron LectoMate como una herramienta que les permita generar contenidos audibles, funcionalidad que con el Braille no es posible tener.

Agradecimientos

Un artículo científico es un trabajo que no sólo es fruto del esfuerzo de los miembros del Cuerpo Académico de Tecnologías de Información del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, sino que necesita de la ayuda de muchas personas, tanto en lo profesional como en lo personal. Con estas líneas queremos mostrar nuestro agradecimiento a todas ellas.

Al Tecnológico Nacional de México, organismo central de nuestro sistema nacional, porque gracias a sus programas de apoyo económico hemos logrado crecer como docentes y descubrir que podemos contribuir al desarrollo del conocimiento y la tecnología en temas de investigación e inclusión.

A la maestra Yeyetzin Sandoval González, directora del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tehuacán, por su apoyo incondicional en todos nuestros proyectos académicos.

A la Maestra Lucrecia Guadalupe Valenzuela Segura, que además de ser nuestro referente en el tema de inclusión y la “maquinista” de este tren, es una excelente persona con nosotros.

A nuestras familias, quienes por lo general no comprenden nuestros proyectos, nuestras largas sesiones frente a la computadora, o nuestros retardos a la hora de comer, gracias por su paciencia.

Conclusiones

La inclusión de las personas con discapacidad visual al medio escolar regular no es un tema actual, en el desarrollo de esta investigación se encontraron evidencias de la preocupación a nivel mundial sobre este tema, pero por alguna razón no ha prosperado. Tal es el caso de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco donde existe un grupo de alumnos de distintas carreras con discapacidad visual que requieren atención especial.

La educación especial, si bien puede ser vista como una preocupación del sistema educativo por buscar alternativas para personas con algún tipo de discapacidad, para algunos autores [Guajardo, 1999; Edler, 2008; López, 2008] constituye un acto de segregación, pues se configura a partir de un proceso excluyente de las escuelas regulares de alumnos por causa de alguna deficiencia física o mental. En México, la oferta educativa especial se ha orientado al nivel básico, que comprende la educación preescolar, primaria y secundaria, con la creación de instituciones que enseñan los conocimientos indispensables a través de sistemas específicos de apoyo, tales como el sistema braille, en el caso de ciegos y débiles visuales, y el lenguaje de señas mexicano para personas con problemas de habla y audición.

Al alumnado con ceguera o discapacidad visual le urge adquirir conocimientos y destrezas que le permitan disponer de autonomía personal y poder dar funcionalidad a las herramientas básicas de acceso al conocimiento, adquiriendo un ritmo de aprendizaje que favorezca su inclusión en el entorno escolar y social.

En el ámbito escolar se consideran como “apoyo” todas las actividades que aumentan la capacidad de una escuela para dar respuesta a la diversidad del alumnado. Booth y Ainscow, [2000], Zacarías De la Peña y Saad [2006] mencionan las categorías de los apoyos más requeridos en la escuela por las personas con discapacidad, que se aplicaron al grupo de ciegos o débiles visuales:

- Accesibilidad arquitectónica. Rampas, elevadores, mobiliario.

- Apoyos tecnológicos. Computadoras, software y hardware especializados, materiales especiales, etcétera.
- Apoyos en el personal. profesionales que resuelvan necesidades particulares.

Hace algunos años los apoyos tecnológicos para ciegos o débiles visuales quizá se reducían a los bastones o al sistema braille. Hoy, por fortuna existe una gama más amplia de herramientas que facilitan la incursión y permanencia de los alumnos con discapacidad visual en la escuela regular, empezando por las máquinas de escribir Perkins y llegando a las computadoras parlantes. Pese a estas buenas noticias, dichas herramientas, por lo general, son muy costosas y no están al alcance de los estudiantes, salvo a través de programas de apoyo social o gubernamental, aunque este no es el único problema con la tecnología. En el caso de los estudiantes con problemas visuales, la tecnología resulta una gran aliada dentro y fuera del aula [Aquino / García / Izquierdo, 2012].

Hoy en día la mayoría de los centros educativos y escuelas poseen una computadora y bocinas. Sin embargo, para las personas con discapacidad visual existe una subutilización de la herramienta, ya que su uso depende en parte de los apoyos que encuentran en el contexto. Los textos académicos o literarios que tienen que revisar no siempre están en un formato digital; por ejemplo, no existe una librería en braille ni tampoco existe material en formato de audiolibros y, por tanto, no hay mucho material didáctico que se pueda consultar.

Lo anterior nos advierte sobre la necesidad de diseñar dispositivos sociales y técnicos que permitan el uso óptimo de los aparatos tecnológicos para que los estudiantes aprovechen sus capacidades cognitivas de manera más autónoma [Aquino / García / Izquierdo, 2012].

La inclusión de alumnos con discapacidad visual en la educación superior representa todo un reto para las instituciones educativas. La inclusión educativa debe fomentar actitudes positivas hacia las personas con discapacidad y capacitar a los profesores para adaptar la infraestructura física y curricular que facilite adquirir las competencias que demanda cada nivel de estudios.

Si bien es cierto que la tiflotecnología ofrece una serie de ayudas para que las personas con discapacidad visual puedan acceder al internet (escuchar documentos, realizar contrastes en las pantallas de los ordenadores para una mejor lectura y dictados de voz para la elaboración de documentos), es necesario que los estudiantes posean las competencias para emplear estos recursos en su vida académica escolar [Aquino, 2016], se pudo observar que al llegar a la asociación y ver que tanto el maestro como el alumno recibieron con emoción y entusiasmo la idea de incorporar una computadora y software especializado para facilitar su aprendizaje.

Desgraciadamente por cuestiones de la Pandemia de Covid 19, no se pudo continuar con la última fase de la investigación que consistía en establecer un comparativo en el nivel de aprendizaje con resultados cruzados, evaluando el aprendizaje en alumnos ciegos que no utilicen Lectomate contra alumnos que si lo utilicen como una herramienta adicional en su proceso de aprendizaje.

En otras palabras, se puede concluir hasta el momento que la discapacidad visual no representa un impedimento para el uso de las TICs.

Referencias

Aquino Zúñiga, Silvia Patricia, García Martínez, Verónica, & Izquierdo, Jesús. (2012). La inclusión educativa de ciegos y baja visión en el nivel superior: Un estudio de caso. *Sinéctica*, (39), 01-21. Recuperado en 03 de agosto de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2012000200007&lng=es&tlng=es

Aquino Zúñiga, Silvia Patricia, & Izquierdo Sandoval, Jesús, & García Martínez, Verónica, & Valdés Cuervo, Ángel Alberto (2016). Percepción de estudiantes con discapacidad visual sobre sus competencias digitales en una universidad pública del sureste de México. *Apertura*, 8(1), 1-11. [fecha de Consulta 3 de agosto de 2020]. ISSN: 1665-6180. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=688/68845366001>

Booth, T. y Ainscow, M. (2000). Índice de inclusión, desarrollando el aprendizaje y la participación en las escuelas. Bristol: CSIE UNESCO.

Corbella, M.T. Y Boix, S. (2005). Recursos para la aplicación de las nuevas tecnologías en la educación del alumnado con necesidades educativas derivadas de discapacidad visual en edades tempranas. Revista Integración, N° 46, 13-22.

Edler, R. (2008, enero-junio). Políticas de la educación especial. Revista Intercontinental de Psicología y Educación, 10 (001), 15-28.

Gastón, E. (2005). La discapacidad visual y las TIC en la etapa escolar. Disponible en: <http://observatorio.cnice.mec.es/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=322>

Guajardo, E. (1999). La inclusión e integración educativas en el mundo. Implicaciones teóricas metodológicas y sociales. Revista Educare, (11).

López, A. (2008). Fomentando la reflexión sobre la atención a la diversidad. Estudios de caso en Chile. REICE, Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 6 (2).

Lorenzo Delgado, M. (Coord.) (2011). Organización y gestión de Centros y contextos Educativos. Madrid: E. Universitas.

Morales, M.; Berrocal A. (2002). Tiflotecnología y material tiflotécnico. Organización Nacional de Ciegos. España, Málaga.

Serrano Marugán, I., Palomares Ruiz, A. Y Garrote Rojas, D. (2013). Propuestas innovadoras para favorecer el uso de las TIC y propiciar la inclusión educativa del alumnado con discapacidad visual, en ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete, N° 28, 2013.

Zacarías, J., De la Peña, A. y Saad, E. (2006). Inclusión educativa. México: Ediciones Aula N