



**Vigilancia tecnológica para la formación universitaria de la población con discapacidad
auditiva**

Maria Yaneth Borja Miranda

Orientadora

Ana Lucia Pérez Patiño

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Medellín

2023

Cita	(Borja, 2023)
Referencia	Borja (2023) Vigilancia tecnológica para la formación universitaria de la población con discapacidad auditiva, (Tesis). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	

Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería

Grupo de Investigación: Didáctica y Nuevas Tecnologías

Centro de Investigación Ambientales y de Ingeniería (CIA)



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mi madre y hermana, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante.

También a mi esposo e hijos, por brindarme su apoyo moral en esas noches que tocaba investigar y por soportar en muchas ocasiones mi abandono.

A mis compañeros de carrera, quienes me hacía reaccionar cuando pensaba que no podía continuar Sindy Cavadia, Ferney Cañas, Yeison Quinto, Luisa Arboleda, Sandra Mejía, Duvan Otero, Alexis Herrera y Nilson que con su voz de aliento me impulsaron a llegar hasta aquí.

Agradecimientos

“Mejores son dos que uno; porque tienen mejor paga de su trabajo”. Eclesiastés 4:9.

Agradezco a la universidad por estos espacios de enseñanza y aprendizaje. En segundo lugar, a cada uno de los compañeros que en este transitar fueron de apoyo y ayuda; especialmente a Sindy Cavadia por su gran colaboración. También agradezco de forma especial a mi esposo e hijos, madre y hermana por su paciencia y comprensión. Y también agradezco a Dios, por darme las fuerzas para continuar cuando quise rendirme.

Tabla de Contenido

Introducción	1
1. Planteamiento del problema	5
2. Alcance y limitaciones	7
3. Justificación	8
4. Objetivos	10
4.1 Objetivo general	10
4.2 Objetivos específicos	10
5. Marco Teórico	11
5.1 Soluciones mundiales a la problemática	11
5.1.1 Europa	11
5.1.2 América Latina	16
5.1.3 Colombia	20
5.2 Propuestas tecnológicas para el mejoramiento de la educación y la inclusión social de la población sorda en las instituciones de educación superior.	27
5.3 Consideración de mejores soluciones	52
6 Análisis bibliométrico y cuantitativo	65
6.1 Objetivo	65
6.2 Alcance	65
6.3 Metodología general	65
6.3.1 Metodología de búsqueda	65
6.3.2 Ecuación de búsqueda	66
6.4 Producción académica por año	67
6.5 Autores con mayor cantidad de publicaciones	67
6.6 Revistas con mayor cantidad de publicaciones	68
6.7 Afiliación de los autores	69
6.8 Países con mayor cantidad de publicaciones	70
7 Análisis tecnológico	71
7.1 Patentes por año	71
7.2 Principales participantes	72
7.3 Principales propietarios	72
7.4 Patentes por países	73
7.5 Inventores principales	74

8	Conclusiones	75
9	Bibliografía	77
10	ANEXOS	85

Lista de Tablas

Tabla 1. Descripción experiencia "LudoAprende"	22
Tabla 2. Categorías aplicación dispositivo Kinect	57

Lista de Figuras

Figura 1. Uso de los sistemas de aprendizaje rítmico	17
Figura 2. Diagrama de procesos LudoAprende	22
Figura 3. Interfaces LudoAprende	24
Figura 4. Proceso desarrollo herramienta digital	25
Figura 5. Dispositivo MadGaze X5	30
Figura 6. Prototipo diseño de lentes de realidad aumentada	30
Figura 7. Captura de lengua de señas	32
Figura 8. Proceso de traducción de lengua de señas a texto escrito.	32
Figura 9. Pasos de reconocimiento de voz	35
Figura 10. Comunicación bluetooth entre dispositivos.	37
Figura 11. Funcionamiento aplicaciones traductor de lengua de señas	38
Figura 12. Representación traducción bajo movimientos articulares	40
Figura 13. Procedimiento algoritmo traductor de lengua de señas	41
Figura 14. Conexión sistema traductor de lengua de señas	42
Figura 15. Proceso de reconocimiento de gestos por medio de un dispositivo de realidad mixta	44
Figura 16. Modelo celular traductor de texto a lengua de señas	46
Figura 17. Proceso teléfono para personas sordas	48
Figura 18. Proceso de reconocimiento de lengua de señas	49
Figura 19. Conexión hardware de aplicativo traductor de lengua de señas	52
Figura 20. Desarrollo proyecto SignoEscritura	54
Figura 21. Etapa proyecto tecnológico basado en herramienta Kinect	56
Figura 22. Diagrama aplicación	57
Figura 23. Diagrama de secuencia aplicación	58
Figura 24. Diagrama de bloques del modelo R-CNN	59
Figura 25. Modelo representación y entrada de señales	62
Figura 26. Tecnología implicada en la producción de innovaciones	63
Figura 27. Arquitectura del reconocimiento de la lengua de señas basado en la visión	64
Figura 28. Proceso algorítmico captura de fotogramas	65
Figura 29. Afiliación de los autores.	73
Figura 30. Principales solicitantes.	76
Figura 31. Principales propietarios.	77
Figura 32. Patentes por países.	78

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Cantidad de trabajos dedicados a la discapacidad visual y auditiva en cada una de las bases de datos	2
Gráfica 2. Producción académica por año.	70
Gráfica 3. Autores con mayor cantidad de publicaciones.	71
Gráfica 4. Revistas con mayor cantidad de publicaciones.	72
Gráfica 5. Países con mayor cantidad de publicaciones.	74
Gráfica 6. Cantidad de patentes por año publicadas, archivadas y otorgadas	75
Gráfica 7. Inventores con mayor cantidad de patentes.	79

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AVA:	Ambiente Virtual de Aprendizaje
BN:	Bayesian Red
CIREC:	Centro Integral de Rehabilitación Colombia
CNN:	Convolutonal Neural Networks
DMF:	Deformable Model Fitting
EEPROM:	ROM borrable electrónicamente
EPROM:	ROM programable electrónicamente
FEDER:	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
FN:	Falso Negativo
GTH:	Grupo de Tecnología del Habla
IA:	Inteligencia Artificial
IC:	Implantes Cocleares
INDECOPI:	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
INSOR:	Instituto Nacional para sordos
LS:	Lengua de Señas
MOM:	Modelos Ocultos de Markow
MVS:	Máquina de Vectores de Soporte
OVA:	Objeto Virtual de Aprendizaje
OVI:	Objetos Virtuales de Aprendizaje
PROM:	ROM Programable
RAM:	Random Access Memory
RLS:	Reconocimiento de Lengua de Señas
RNN:	Recurrent Neural Network
ROM:	Read Only Memory
SIEL:	Servicio de Interpretación en Línea
TIC:	Tecnología de Información y Comunicación
TLS:	Traducción de Lengua de Señas

Resumen

En pleno siglo XXI se hace importante para las entidades de educación superior realizar estrategias de inclusión que permita la integración educativa para personas con discapacidad auditiva, dado que académicamente no se cuenta con los recursos necesarios para implementar tecnologías que faciliten su participación en la vida universitaria. Esto genera que a los profesores se les dificulte el desarrollo de clases inclusivas y que los estudiantes con problemas de sordera no tengan un efectivo proceso de aprendizaje. Por medio de la vigilancia tecnológica se busca indagar en el manejo que dan distintos países y universidades en todo el mundo para contribuir al desarrollo profesional de las personas sordas, sacando provecho de la era digital y la forma en la que estos recursos pueden mejorar los procesos de aprendizaje. Es así, como se hallan diferentes tecnologías que no solo ayudan a la comprensión de la persona sorda al profesor y del profesor al estudiante, si no que a su vez facilitan la relación y comunicación con sus compañeros, mejorando el trabajo en equipo y contribuyendo a la educación inclusiva.

Palabras clave: Educación inclusiva, discapacidad auditiva, tecnologías de comunicación, universidades, labor docente.

Abstract

In the 21st century, it is important for higher education entities to carry out inclusion strategies that allow educational integration for people with hearing disabilities, given that academically there are not enough resources to implement technologies that facilitate the division of classes by students. the teachers. This makes it difficult for teachers to develop inclusive classes and students with deafness problems do not have an effective learning process. Through technological surveillance, we seek to find the management given by different countries and universities around the world to contribute to the professional development of deaf people, taking advantage of the digital age and how these resources can improve learning processes. This is how different technologies are found that not only help the deaf person to understand the teacher, but also facilitate the relationship and communication with their peers, improving teamwork and contributing to inclusive education.

Keywords: Inclusive education, hearing disability, communication technologies, universities, teaching work

Introducción

Las discapacidades se pueden clasificar en diferentes categorías según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF). La CIF es una base conceptual que utiliza un lenguaje estándar y universal para entender y describir la discapacidad (*Definición y clasificación de la discapacidad* / UNICEF, 2019). La clasificación de la CIF está formada por cuatro grandes grupos de discapacidad y el grupo de las claves especiales, todos con claves numéricas de un dígito

- Grupo 1: Discapacidades sensoriales y de la comunicación
- Grupo 2: Discapacidades motrices
- Grupo 3: Discapacidades mentales
- Grupo 4: Discapacidades múltiples y otras
- Grupo 9: Claves especiales

(*Clasificación de Tipo de Discapacidad*, s. f.)

En Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social ha establecido una clasificación propia para las personas con discapacidad. Esta clasificación se divide en tres categorías: discapacidad física, discapacidad cognitiva y discapacidad sensorial (*Discapacidad*, s. f.). Esta última corresponde a nuestro estudio de investigación.

Actualmente, las personas sordas o con discapacidad auditiva presentan fuertes dificultades de comunicación, no solo en la educación superior, sino también en la vida diaria. Debido a esto diferentes entidades gubernamentales y privadas buscan alternativas que permitan a esta población comunicarse de manera efectiva con la población en general, en algunos casos con herramientas tecnológicas o dispositivos que ayuden a lograr este fin.

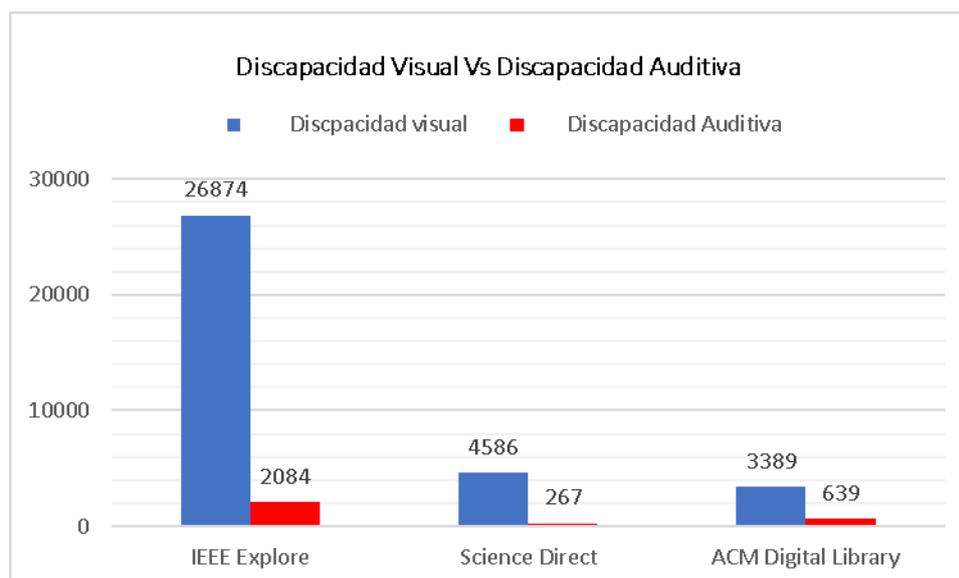
El acceso de personas con discapacidad auditiva a la educación superior viene enmarcado por una variedad de dificultades en la mayoría de los países del mundo. Esto se presenta por los problemas de cultura o el mal manejo que se tiene para relacionarse y comunicarse con personas sordas, en especial para el docente, el cual no tiene las

habilidades ni las herramientas necesarias para saber cómo actuar y educar. (Triviño et al., 2021). Esta situación motiva a la identificación de posibles soluciones que mejoren los procesos de enseñanza y desarrollo de ambientes inclusivos para formar profesionales competentes.

En otros casos, las dificultades de las personas sordas para hacer parte de una institución universitaria son los pocos recursos que estas tienen para trabajar bajo metodologías inclusivas. Pese a la falta de cultura social, muchos docentes preparados e incluso estudiantes son conscientes de la importancia de respetar y compartir con personas con discapacidades, en este caso auditiva, a pesar de la dificultad. Los docentes no tienen la tecnología o mecanismos necesarios para impartir sus clases a este segmento poblacional, lo que dificulta brindar una educación de calidad e inclusiva.

Igual de importante, es aclarar que incorporar el uso de herramientas digitales para la comunidad con discapacidad no es únicamente un compromiso para el sector tecnológico, estos desarrollos requieren un avance social y cultural que facilitan el aprendizaje y la socialización con compañeros y docentes, superando estigmas sociales y problemas cívicos de las comunidades en general, en especial en países en vía de desarrollo.

Este problema se evidencia en que en el 90% de las investigaciones científicas publicadas en la Association for Computing Machinery (ACM), Instituto de ingenieros eléctrica y electrónica (IEEE) y Science Direct se concentran en el desarrollo de soluciones para población con discapacidad visual y el 10% para discapacidad auditiva.



Gráfica 1. Cantidad de trabajos dedicados a la discapacidad visual y auditiva en cada una de las bases de datos (Aparecido et al., 2021)

En particular en Latinoamérica, las universidades tienen grandes vacíos en su entorno social. Pese a las limitaciones en los avances investigativos, la riqueza cultural y lingüística, la población sorda se enfrenta a la reducida oportunidad de entrar la universidad, adicionalmente cuando logran entrar les ocurren situaciones hostiles y poco relacionadas con una educación humanista, dónde generalmente, los procesos de educación inclusiva son prácticamente nulos en la región (Salazar, 2018). Esto se debe a un problema estructural, dónde las universidades manejan procesos de aprendizaje tradicional que enseñan a los estudiantes bajo índices de igualdad y no de equidad, sin realizar una debida segmentación en la valoración del alumnado con base a sus capacidades siendo poco consecuentes con sus discapacidades motrices y cognitivas que estos poseen y dificultando así su nivelación con los demás compañeros. (Avella, 2015)

Frente a las dificultades que puedan tener las universidades o entidades de educación para educar a personas sordas, unas de las herramientas que vienen dando mejores resultados y que pese a no ser la solución definitiva, es de gran apoyo para profesores, estudiantes sordos y estudiantes en general, son los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), dado que por medio de estos, el profesor puede subir material de estudio, programar exámenes y comunicarse con sus alumnos, dónde aquellos con discapacidad auditiva, pueden leer las temáticas, trabajos y explicaciones del docente.

Otras herramientas muy útiles son las gafas que subtitulan las palabras de las personas, y los softwares que funcionan bajo inteligencia artificial que, por medio de una pantalla, hay un avatar que hace la lengua de señas, mientras traduce las palabras del docente. Estas tecnologías son muy prácticas y útiles, y se han aplicado en distintas universidades del mundo, mejorando el entorno académico y la educación de los universitarios con problemas de sordera.

Entre la variedad de métodos y herramientas útiles para brindar ambientes de educación inclusiva a personas sordas, las cuáles se abordarán a lo largo de este proyecto de grado, se considera que los AVA son una gran alternativa, pese a que ya se desarrolla, podría ejecutarse en masa en las universidades, aplicando ciertas mejoras para facilitar la educación de estudiantes con discapacidad auditiva. Esta alternativa se valora dado que hay muchos portales gratis como Kahoot o EducaPlay que apoyan a la labor docente, y donde este no necesita tener conocimientos de programación para desarrollar su contenido académico. Lo ideal sería que las universidades desarrollaran software con Inteligencia Artificial, implementarán pantallas especiales y guantes con sensores que permitan que un avatar exprese la lengua de señas, y que, a su vez, este interprete lo que diga el estudiante sordo para decirlo por medio de voz al tutor y profesores, pero estos programas son demasiado costosos.

Se busca que la siguiente revisión documental sobre las tecnologías que aplican los países alrededor del mundo y las universidades para mejorar la comunicación y enseñanza de personas sordas, sirva de base para contribuir a la educación inclusiva y al desarrollo de competencias que más adelante se verán reflejadas en el mercado laboral, brindando oportunidades para todos y demostrando que la capacidad de actuar está en el que quiere desarrollarla. Es así, como los resultados del proyecto podrán ser utilizados por cualquier universidad que desee desarrollar e incluir desarrollos tecnológicos para practicar la inclusión y brindar propuestas educativas para personas con falencias en el escucha.

1. Planteamiento del problema

Descuidar alguno de los aspectos sociales adyacentes en la educación superior es permitir la negligencia a las personas que poseen mayor dificultad de aprendizaje, como es en el desarrollo del presente trabajo, aquellas con dificultad auditiva. Su preservación presenta una necesidad de inclusión, reivindicación y exposición de dicho conocimiento dentro de márgenes de aceptación, difusión y extensión, por lo tanto es importante una reevaluación de los métodos de enseñanza con el fin de aprender a enseñar de una manera nueva, desaprender ciertas cantidad de técnicas y métodos con el fin de dar paso a los nuevos y abrir espacios para todos aquellos que han sido invisibilizados o tratados sin el respeto y dignidad que merecen, a su vez sin considerar las habilidades propias de estos grupos poblacionales a la hora de potenciar sus habilidades en el desarrollo de un mejor país. (Agredo et al., 2014)

Hoy los grupos minoritarios, como aquellos con discapacidades, exigen que se acepte su lugar como pertenecientes a un estado social de derecho con el fin de poder ejercer y compartir su visión del mundo. Nace aquí un ejercicio de inclusión, reivindicación, con el fin de aportar una visión holística compuesta de interpretaciones, vivencias y entendimiento del entorno, se hace necesario reevaluar las técnicas de educación tradicionales por unas donde todos tengan acceso a un desarrollo intelectual de calidad sin ver comprometida su cultura, sus valores y su persona.

El problema de dificultades de aprendizaje en la educación superior para personas con problemas auditivos, ha sido una dificultad que se ha presentado en todo el contexto mundial, y se agrava más debido a las falencias educativas de muchas universidades para implementar nuevos mecanismos educativos que subsanen la necesidad, debido a los pocos sistemas de educación inclusiva por la ausencia de docentes especialistas y mecanismos y herramientas tecnológicas que faciliten el proceso de aprendizaje.

Actualmente, la mayoría de las universidades cuentan con servicios de apoyo para este tipo de población, bajo la creación de normativas que procuran regular los derechos de las personas con discapacidad. Sin embargo, no logra ser suficiente, en especial en países de Latinoamérica, que tiene regiones muy desiguales, donde estos programas de inclusión solo se logran bajo iniciativas de gobiernos u organizaciones no gubernamentales.

Pese a las iniciativas, la admisión de población diversa y con problemas auditivos a las aulas de clase universitarias no resulta ser un ejercicio fácil, dado que más que normativas y proyectos de inclusión, se requieren de directivos, docentes y estudiantes con alto nivel de respeto y compromiso de ayuda hacia el otro, nuevas estructuraciones de mallas curriculares y tecnologías que faciliten la labor docente (Triviño et al., 2020).

2. Alcance y limitaciones

Realizar una guía que adopte o desarrolle tecnologías para la inclusión de personas con problemas auditivos en la educación superior, fomentando mediante el manejo de sistemas, el uso de estas herramientas en las aulas de clase, para facilitar la comprensión de los estudiantes con comorbilidades y facilitar la labor docente, generando estados de clase amenos y apoyando el proceso académico de los estudiantes para que sean incluidos y tengan mayores oportunidades laborales.

3. Justificación

Pese a que la persona sorda no tiene ningún tipo de incapacidad cognitiva o intelectual, es importante contar con algunos servicios especiales para poder garantizar una adecuada educación, en este caso el uso de la lengua de señas, dado que estas personas tienen una mayor dificultad a la hora de aprender expresiones, vocabulario, el orden de las letras y otros aspectos comunicativos. Con base a lo anterior, se reconoce la importancia de usar en las Instituciones de Educación Superior métodos visibles de comunicación, mediante herramientas tecnológicas que traduzcan en el idioma tradicional y el de señas las expresiones o palabras dichas por cada interlocutor, facilitando así la comprensión de clases por parte del docente, y a su vez las opiniones dadas por el estudiante con discapacidad auditiva. (Hernández et al., 2015a)

El uso de tecnologías de asistencia es vital para el adecuado desarrollo educativo de personas con discapacidad auditiva, Estas herramientas son vistas como un medio potenciador de aprendizaje, un proceso educativo e innovador que logra proporcionar un mundo visual para las personas sordas, dándoles numerosos cambios en su proceso de adquisición del denominado Lenguaje L1. Entre las tecnologías de asistencia que favorecen a este tipo de comunidad encontramos: SMS, Programa Rybená Free (Se instala desde el celular), TDD (Equipo De telecomunicaciones para personas sordas que se conecta al celular, la cual transforma las frases del interlocutor en mensajes escritos), closed caption, videoconferencia, libros digitales y/o aplicación móvil Hand Talk. (Dos Santos, 2020).

Actualmente existen amplificadores de voz, audífonos digitales o magnificadores electrónicos manuales que permiten facilitar el escucha de hombres y mujeres que aún no han perdido el sentido del oído al 100%, y a su vez tecnologías dentro de las aulas de clase para facilitar el aprendizaje, como: Softwares o aplicaciones que ayudan a redactar documentos mediante dictados, sistemas de videoconferencia que traducen de voz a lengua de signos, magnificadores de pantalla que permiten la ampliación de la pantalla a una parte de ella, las cuales contiene contenidos visuales y dinámicos, o también están los dispositivos vibro táctiles, que contribuyen a recibir información auditiva mediante vibraciones que se perciben por el sentido del tacto, para poder identificar sonidos. Estos

últimos se ponen sobre las muñecas de las manos en contacto con los huesos. (Vázquez, 2012).

La presente investigación es relevante para contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías que fomenten la educación inclusiva, mejorando la calidad educativa de las universidades y asistencia de los propios estudiantes que poseen sordera. Es así, como el desarrollo de un estado de arte que indague en la innovación tecnológica de las universidades alrededor del mundo para incluir en las aulas de clase a personas con reducción total o parcial de la escucha, sirve como base para futuras investigaciones que se quieran hacer al respecto, además de contribuir a un ejercicio social como profesional, dónde el fin es estudiar para poder tributar al progreso ciudadano.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Realizar una revisión sistemática del estado de la técnica y el conocimiento de tecnologías disponibles para la formación universitaria de personas con discapacidad auditiva.

4.2 Objetivos específicos

- Identificar las universidades de todo el mundo con experiencia educando a población con discapacidad auditiva y empresas productoras de dispositivos para personas con discapacidad auditiva.
- Realizar un repositorio con la descripción de tecnologías y buenas prácticas de accesibilidad para población con discapacidad auditiva.
- Realizar un análisis crítico de la revisión documental, resaltando las metodologías y tecnologías con mayor viabilidad de implementación en las universidades del país.
- Realizar un documento con recomendaciones de adopción y desarrollo de tecnologías para población con discapacidad auditiva para la Universidad de Antioquia

5. Marco Teórico

5.1 Soluciones mundiales a la problemática

En pleno siglo XXI, con los avances culturales y sociales de las distintas comunidades gracias a la promulgación de los derechos humanos, la equidad y la igualdad, la educación inclusiva se ha vuelto fundamental para el desarrollo de niños y jóvenes en aspectos de tolerancia, respeto y como fuentes de apoyo para fortalecer el aprendizaje del otro. Es así, como alrededor del mundo se han desarrollado estrategias que buscan mejorar los sistemas educativos inclusivos y apoyar el progreso académico de los estudiantes, no solo a nivel escolar si no también universitario, demostrando que con el debido acompañamiento todos pueden cumplir sus metas académicas. A continuación, se informarán de algunas estrategias actuales que se aplican a nivel mundial.

5.1.1 Europa

En Europa, existe la organización incluD-ed (Red Europea de Educación Inclusiva y Discapacidad), la cual tiene como objetivo identificar, promover, difundir e intercambiar las correctas prácticas en el ámbito educativo inclusivo para personas con diversas discapacidades en Europa, mejorando de esta forma las oportunidades de empleabilidad e inclusión en el entorno laboral. Esta red esta cofinanciada por el Fondo Social Europeo mediante el programa Operativo de Lucha por la discriminación.

Esta red contribuye a la eliminación de las barreras de discriminación, irrespeto e intolerancia, mejorando desde el contexto educativo las capacidades de personas discapacitadas haciéndolos competentes en el mercado laboral. Este modelo es aplicable en las entidades de educación superior en Europa, bajo formación docente y apoyo de tecnologías e infraestructura que facilite la movilidad, comunicación y aprendizaje de las personas con comorbilidades, fomentando así un cambio cultural en la población en general y a su vez brindando ofertas de prácticas laborales a los discapacitados, entrando así por primera vez al mundo laboral. (IncluD-ed, 2012)

Además del desarrollo estatal para apoyar la educación inclusiva a personas con discapacidad, el continente ha venido trabajando en la creación de tecnologías que sean

apoyo para docentes e instituciones de educación en sus objetivos de dar un aprendizaje efectivo. Es así, como toma un papel importante el desarrollo digital que se viene presentando, que trasciende hasta las aulas de clase y sirve como elemento de apoyo para educar.

En las Instituciones de educación escolar y universitaria se viene trabajando en el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), bajo la creación, transmisión, sincronización (en tiempo real) y asíncrono para manejar y facilitar las comunicaciones entre docentes y estudiantes, utilizando sistemas como AVAS, ITS, SHAE, e-books, etc. (Bálan, s. f.). Es así como los correos electrónicos o mensajes de texto en primaria, es fundamental para mejorar la comunicación entre los miembros del aula de clase con personas que tienen discapacidad auditiva, también para que puedan leer las guías, textos de apoyo y realizar actividades por medio de foros y chats en línea para consultar y resolver dudas con el profesor y demás compañeros.

De esta forma, se pretende por medio de las TIC apoyar todo tipo de discapacidad aparte de la auditiva, dónde según se dividen bajo las siguientes categorías:

- Estudiantes con deficiencias locomotoras o neurológicas
- Estudiantes con deficiencias sensoriales: ceguera, - falta total o parcial de visión y sordera.
- Estudiantes con discapacidades mentales e intelectuales: agorafobia, autismo; bajo entendimiento habilidad; dificultades de aprendizaje.

Esta evolución tecnológica permite incluir en las aulas de clase tecnología asistida, combinando dispositivos de hardware que ayudan al acceso y uso de la informática, siendo base de apoyo para brindar herramientas a los docentes y facilitar el aprendizaje de los alumnos.

La elaboración de materiales didácticos que se adaptan a personas con discapacidad es hecha por expertos en TI o profesores debidamente capacitados, dado que se requiere de una experiencia informática que va desde los conocimientos esenciales hasta temas más complejos. Según (Bálan, s. f.) la tecnología brinda los siguientes beneficios:

- Activación y maximización de la formación, desarrollando un estilo de trabajo más eficiente que se adapte al ritmo de las personas con discapacidad.
- Da conexión inversa al más alto nivel.
- Asegura mayor retención de los conocimientos formulados.

Por su parte, otros autores consideran la parte estética más importante para brindar la asistencia tecnológica a las personas con discapacidad. Con esto se refieren a tener equipos modernos, cómodos y ergonómicos, que faciliten las funciones o ejecución de tareas de los estudiantes (Piculo et al., 2020)

Comprendiendo la importancia de desarrollar tecnología eficiente, ágil y cómoda para los estudiantes con discapacidad, en este caso auditiva, universidades españolas trabajan bajo aplicaciones como “Ability Connect”, la cuál es una herramienta de comunicación alterna que facilita la conexión de dispositivos para estudiantes con problemas auditivos, dislexia o baja visión (Fernández & Parreño, 2017). Esta aplicación se usa dentro de las aulas de clase inclusiva, dónde mientras que los demás compañeros toman apuntes, con Ability Connect pasan esta información vía bluetooth al compañero con discapacidad, y este al recibir puede editar el texto como mejor se le acomode y tiene opciones de archivar la información o un enlace de consulta en la web sobre el tema a tratar para maximizar su conocimiento. (Ability Connect, 2021).

La aplicación utiliza técnicas como contrastes, tamaños, tipos de letras o síntesis de voz, facilitando el uso eficiente de productos que dan soporte como Talkback, Braillerback o Voiceover, con los cuáles puede responder una variedad de necesidades. Sus desarrolladores mencionan que prontamente existirá una nueva versión que incluiría el dictado de notas por voz, y posteriormente conversión automática a texto (Funcionalidad que actualmente se implementa como una aplicación separada llamada “ListenAll”. (Orientatech, 2019)

La Universidad Politécnica de Madrid ha desarrollado mediante su Grupo de Tecnología del Habla (GTH) del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, desarrolló el proyecto CONSIGNOS, el cual consiste en la incorporación de tecnología que sirve para reconocer la voz y traducir a la Lengua de Signos Española. (Universidad Politécnica de Madrid, 2022)

El desarrollo del proyecto CONSIGNOS en colaboración de la empresa Indra, financiado de forma parcial por el FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) tiene como objetivo contribuir a la inclusión de personas con discapacidad auditiva, por lo que se ha vuelto importante que las universidades usen esta tecnología para impartir las clases y hacerlas más amenas para las personas con discapacidad.

La tecnología CONSIGNOS consiste en que mientras que el profesor da la clase, puede conectar su monitor al televisor para que un AVATAR traduzca palabras del docente a lengua de señas. El uso de esta herramienta permitirá que personas con y sin discapacidad puedan hacer parte de un aula de clase inclusiva, con todas las herramientas posibles para que el docente no debe retrasar la explicación de clases si no que las puede realizar bajo un ritmo corriente. (Universidad Politécnica de Madrid, 2022).

Muy similar a la tecnología CONSIGNOS es la utilizada por Signlab Textosign, el cual pretende convertir las conversaciones y el texto a mensajes de signos, esto mediante un AVATAR llamado “Maya”. La herramienta Textosign consta de un software que traduce de forma inmediata texto a lengua de signos. El sistema se encuentra diseñado para la integración de pantallas de información, webs y asistentes virtuales. Es un avatar femenino que se apoda “Maya”, con un diseño por defecto pero que se personaliza con base a los gustos del usuario, mejorando así la calidad de vida de la persona con problemas de discapacidad auditiva (Gata, 2018).

Es importante reconocer la importancia que las personas con problemas auditivos logren comprender lo que le están diciendo los profesores en las aulas de clase, pero así mismo que puedan expresar lo que quieren decir y mejorar las exposiciones o explicación de sus temas académicos. El proyecto Showleap es un claro ejemplo de cómo las personas con sordera pueden adquirir o manejar herramientas que mejoren su comunicación.

Para utilizar Showleap se debe descargar el software en el ordenador, y este se conecta vía bluetooth a un brazalete que se pone la persona con discapacidad auditiva. La herramienta comprende la lengua de señas, por lo que detecta mediante la lectura del movimiento de los brazos, las señas que quiere expresar la persona y lo traduce en tiempo real al software, apareciendo en este las palabras que el usuario y/o portador del brazalete desea expresar (Reinoso, 2019)

El procedimiento tecnológico que utiliza Showleap es traducir los signos a texto, logrando una comunicación bidireccional, el cual se busca extender para usarse más allá de las aulas de clase en la vida cotidiana, pasando de un software riguroso y una tecnología más costosa a un aplicativo móvil.

La fundación Vodafone de España es la encargada de la ejecución del proyecto Showleap y ha trabajado constantemente en su modernización con el fin de construir un traductor basado en lo que las personas sordas necesitan. Es así, como se actualizaron los brazaletes a cámaras, para que Showleap funcione en cualquier webcam a color, encargada de grabar los signos para que el programa los pueda procesar y así aparezca la traducción en la pantalla. Cabe resaltar que, así como se mencionó antes, solo se puede descargar en un computador, pero se está trabajando para pueda ser una aplicación móvil. El programa Showleap parte de tres redes neuronales, dónde la primera procesa el video, la segunda toma los signos que se han hecho para proceder a interpretarlos, y la tercera, se encarga de juntar los signos y darle sentido a la frase que se quiere expresar (Sacristán, 2019). El sensor con el que funciona consta de dos cámaras estéreo infrarrojas con iluminación LED y un microcontrolador que recibe o los datos de los brazos, dedos y manos. Las cámaras cuentan con un sensor monocromático que es sensible a la luz infrarroja, teniendo una longitud de onda correspondiente a 850nm, con una velocidad de trabajo de hasta 200 fps y cada sensor es de tipo CMOS. Los fotogramas por segundo dependen del equipo que esté conectado al sensor y la conexión del sensor al equipo se hace mediante una USB, la cual suele dar alta velocidad y puede soportar USB 3.0 (Camargo & Giraldo, 2019)

Un grupo de amigos con problemas auditivos, desarrollaron un proyecto mucho más ambicioso que permite la facilidad de comunicación entre personas con y sin discapacidad auditiva. Se trata de una Tablet que permite la lectura de sensores que leen los movimientos de señas y lo traducen de forma automática en tiempo real, también leen la voz de otra persona y lo convierte en imágenes de señas. El proyecto se llama MotionSavvy y nace del programa de startups AXLR8R, de inversores de Leap Motion.

El producto MotionSavvy consta de un sensor Leap Motion y de un software que interpreta la lengua de signos y la traduce al inglés. El sensor tiene la capacidad de recoger e interpretar los movimientos de las manos y lo traduce en un texto con voz

sin sintetizada; de forma contraria, el software tiene un sistema de reconocimiento de voz que MotionSavvy recoge y traduce a la lengua de signos. El precio aproximado de la Tablet sería alrededor de 600USD y traería incluido una tablet Windows con un sistema integrado Leap Motion. A este se añadiría la renta de 20 USD mensuales del software, que requeriría constantes actualizaciones. (Seth Gerlis, 2015)

5.1.2 América Latina

Los países latinos no son ajenos a las problemáticas actuales de educación inclusiva. Por esta razón, la región busca garantizar que los estudiantes puedan tener las mismas oportunidades para acceder a los colegios y universidades y recibir la misma educación de calidad que sus compañeros, algo que en la actualidad se ve como un objetivo muy ambicioso.

Para esto, se han desarrollado diferentes estrategias que permitan mejorar los modelos educativos:

- Formación de profesores: para que los estudiantes puedan tener un aprendizaje efectivo, se requiere de profesores efectivos. Estos son cruciales en el desarrollo académico de los alumnos, y su función no consistiría sólo en promover espacios inclusivos, sino un aprendizaje que se pueda adaptar a todos, generando la confianza en los mismos alumnos con discapacidad, para hacerlos participativos y proactivos en las aulas de clase.

- Infraestructura y recursos apropiados: Uno de los mayores problemas de las personas con cualquier tipo de discapacidad para entrar a las aulas de clase son la carencia de infraestructura adecuada para su ingreso, como rutas de movilidad, caminos para ciegos o falta de señalizaciones en el campus que orienten a las personas con discapacidad auditiva. Por esta razón, se han propuesto y ejercido planes de inversión en universidades públicas que promuevan la inclusión y faciliten la estadía de todo tipo de estudiantes.

- Sensibilización y estigmatización: Las personas con discapacidad tienen muchas dificultades de socialización con el resto de la comunidad esto se da por los estados de baja autoestima dadas por las burlas e irrespeto de los demás,

o por el rechazo de su entorno social. Es por esto, que se está trabajando constantemente en campañas que promuevan el respeto e inclusión, no solo en aceptar al otro, si no en ayudarlo en las dificultades que se le presenten. (Hincapié et al, 2020).

A parte del componente político, la buena voluntad y el deseo de cambio cultural en una sociedad que no está acostumbrada a manejar de forma eficiente la inclusión educativa, y que a su vez carece de herramientas tecnológicas para afrontar la problemática de aprendizaje a personas con problemas de discapacidad auditiva, se han encontrado universidades, investigadores y emprendedores que han dado un paso adelante y han desarrollado proyectos que dan fe de las grandes aptitudes de los latinos.

Es así, como comprenden que el infante aprende la lengua con base al entorno inmediato que tengan, como lo es la familia, por medio de la interacción social y lingüística de forma natural. De esta forma, se piensan en estrategias que mejoren la enseñanza, mediante la conexión a internet y la posibilidad de trabajo en red, permitiendo ofrecer variadas y múltiples situaciones de comunicación en contextos significativos (Zappalá et al., 2011)

Aplicar la digitalización mediante el uso de internet, permitirá que los alumnos puedan relacionarse combinando la Lengua de Señas Argentina “LSA” y escritura, mejorando sus habilidades en un orden ascendente de complejidad. Podrán establecer comunicaciones entre estudiante y docente, ampliando posteriormente el alcance de la comunicación por correo electrónico y chat con otros miembros de la comunidad educativa, logrando en un futuro alcanzar participación en redes sociales y blogs escolares (Zappalá et al., 2011)

Para (Míguez & Ribas, 2020), la discapacidad auditiva no debe ser limitante para tener una educación efectiva, por lo que consideran que bajo la comprensión de que la recepción de la información se obtiene desde los sentidos, se puede sacar provecho de las sensaciones sensoriales, dónde se puede dar uso al táctil en dispositivos como tablets o celulares como objetos de aprendizaje. Ellos consideran que el tacto se puede estimular por medio de motores vibratoriales, aumentado así las posibilidades de incluir de todas las formas a las personas ciegas o sordomudas, obteniendo con base a las sensaciones la retención de la información, siendo este un modelo háptico.

Lo anterior significa que por medio del contacto se puede obtener una experiencia sensorial más fructífera en dispositivos auditivos y visuales, lo que pasa a convertirse en una capa perceptiva adicional, dónde el toque facilita el desarrollo de una imagen mental táctil de una experiencia concreta de interacción del cuerpo con un estímulo externo (Míguez & Ribas, 2020)

En cuanto a las personas con discapacidad auditiva, el retorno háptico en objetos como tablets o celulares puede llegar a producir una variedad de informaciones importantes para ser memorizadas como patrones, por ende, (Kanke et al., 2015), buscan desarrollar en alumnos aprendizaje rítmico mediante instrucciones hápticas, estimulando el aprendizaje por medio de vibraciones que les represente el ritmo de un instrumento musical, tal cual se ve en la siguiente imagen:



Figura 1. Uso de los sistemas de aprendizaje rítmico (Kanke et al., 2015)

Una vez el estudiante ha comprendido la instrucción rítmica, pasa a una segunda fase la cual consiste en el entrenamiento en el instrumento, dónde posiciona el dispositivo móvil dentro de una textura suave como una almohada, dónde el usuario pueda tener contacto. El objetivo es que mediante el retorno vibracional y la audición pueda aprender cómo ejecutar técnicas de respiración para sentirse relajado.

Gracias a estos avances tecnológicos, es como las personas con discapacidad cada vez tienen menos barreras para poder acceder a nuevas oportunidades que hace unos años

les hubiera sido imposible, facilitando la formación de profesionales y personas proactivas para las economías de los países latinos. Asumir estos avances es muy importante para el progreso de la región, dado que la educación inclusiva constituye un proceso que se orienta a brindar respuesta a la variedad de necesidades globales del sistema educativo, basándose en la equidad y calidad de educación para todo el alumnado, como un derecho fundamental humano. (Basantes et al., 2018)

Un estudio del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI, 2020) de la ciudad de Lima, relató una variedad de inventos desarrollados para mejorar el estilo de vida de las personas con problemas auditivos. Uno de ellos, es un audífono de acción directa al oído medio y a un procedimiento de instalación que se relaciona. Es una prótesis acústica que se acciona directamente con el oído medio, comprende un transportador de forma tubular el cual canaliza las ondas acústicas, como un micrófono que recoge los sonidos exteriores, y un amplificador que se conecta electrónicamente con el micrófono mencionado para amplificar sonidos a un nivel adecuado.

Técnicamente, el micrófono recibe una señal acústica y la vuelve en eléctrica, el amplificador procesa dicha señal según el nivel de hipoacusia, y, por último, la señal eléctrica va al auricular el cuál la transforma de nuevo en energía acústica, la cual se transmite al oído, pero ya amplificada. (Rouco et al., s. f.)

Otro de los inventos destinados para personas sordas, son audífonos mejorados que se conectan también al oído medio. Funciona como una terminal de vigilancia para sordos, que le permite reconocer de forma fácil cómo funcionan los dispositivos periféricos y los riesgos circundantes dado que le ayuda a reconocer visualmente un sonido que se genere alrededor de él, posibilitando que viva las experiencias de las personas comunes. El invento es un reloj para sordos que se conecta con las sensaciones auditivas y genera fuertes vibraciones con base a lo que perciba el audífono, el cual va conectado al reloj electrónicamente.

Otro avance tecnológico que busca favorecer a las personas con problemas auditivos es la idea de un grupo de jóvenes innovadores que diseñaron unas gafas que pudieran subtítular las conversaciones mientras se realiza una conversación. “Nos dimos cuenta de que el número de personas que conocen y dominan la lengua de signos es

bastante reducido, ya que, por norma general, una persona a la que el problema no le afecta directamente es muy poco común que lo conozca», lo dicen sus creadores Diego García, Enrique Hernández y Juan Cea (Lera, 2018). Este desarrollo aparte de creativo y ágil es muy como para una persona sorda, dado que no requiere cables y herramientas pesadas, además de que se le facilita la comprensión de temas enseñados en el aula de clase ya que al tener los lentes puestos podrá comprender la explicación del docente.

5.1.3 Colombia

En el caso de Colombia, en la actualidad y a través de estos últimos años se ha venido trabajando en la implementación de diversas políticas que buscan el desarrollo académico de las personas discapacitadas, dónde ya no se habla de integrar si no de incluir. Para este desarrollo, se ha buscado implementar normatividades de obligatorio cumplimiento en las instituciones de educación escolar y superior, dejando de separar y estigmatizar a los alumnos, como la inclusión de personas con discapacidad a un aula de clase corriente, y que no necesariamente participe en entidades educativas para personas especiales. Es así, como el objetivo busca transformar desde el ser a las personas, entre ellos directivos, docentes y estudiantes, y hacerlos ver a todos como igual, dónde en muchos lugares se viene contratando personal docente con capacidades de habla en la lengua de señas, el cual permite de mejor forma la comprensión de los estudiantes. Sin embargo, en materia tecnológica y de infraestructura el país aún está muy poco avanzado, y pese a que la transformación social ha sido un poco eficiente, las capacidades y facilidades de las personas con problemas auditivos aún siguen siendo precarias (Ministerio de Educación de Colombia, 2007)

En Colombia, existe el Instituto Nacional para Sordos (INSOR), el cuál es un establecimiento público de orden nacional, que pertenece al Ministerio de Educación Nacional, con personería jurídica y autonomía financiera, administrativa y de patrimonio independiente, cuyo objetivo es liderar, orientar y articular la implementación de políticas de índole públicas para poder consolidar entornos educativos y sociales inclusivos, permitiendo el goce pleno de derechos y la igualdad de los contenidos en personas con problemas de sordera (INSOR, 2022)

El Centro de Relevó, por medio de su aplicación móvil, permite a la comunidad sorda del país que se logren comunicar con personas oyentes, haciéndolo de forma gratuita, efectiva y fácil, lográndolo gracias a dos servicios: El servicio de interpretación en línea (SIEL), y el relevó de llamadas doble vía, gracias a que la plataforma tecnológica cuenta con intérpretes de LSC en línea. (MinTic, 2020)

El servicio de relevó de llamadas tiene cobertura nacional y disponibilidad de 24 horas del día, permitiendo realizar acciones básicas en las que se requiere de un intérprete, cómo comunicarse con un banco, pedir un domicilio, solicitar servicios de salud o comunicarse con cualquier oyente sin la necesidad de salir de casa. Por medio de la aplicación, se realiza una videollamada con los “call center” de la plataforma, dónde se le explicará mediante la lengua de señas la necesidad, y estos comprenderán la solicitud y llamarán al sitio que el emisor requiere para transmitir el mensaje. (Centro de Relevó Colombia, 2022)

La aplicación Centro de Relevó tiene iniciativas de diseñar videos con contenidos lúdicos y fáciles de entender, con lengua de señas colombianas para que aquellos con dificultades auditivas entiendan el uso de palabras en diferentes contextos y así poder participar en espacios virtuales, compartiendo y opinando lo que han logrado aprender. Así, en el caso de que una persona sorda encuentre una palabra que le es desconocida en español, le da la posibilidad de intentar interpretarla en el contexto actual, dándole uso en la cotidianidad y comprendiendo nuevos textos. (Atehortúa & León, 2016)

Las herramientas TIC del Centro Relevó ofrecen espacios y contenidos dónde la lengua escrita y de señas prevalecen para el acceso de aprendizaje, la información, la construcción de conocimientos, la comprensión, y en especial la motivación al uso de las TIC en las personas con discapacidad auditiva, no sólo siendo consumidores, sino que a su vez productores de información y revolucionarios de la red.

Un servicio parecido al del Centro de Relevó, es el ofrecido por la plataforma virtual SERVIR, creación que hace parte de la unión de Fenascól y Telefónica Movistar y que busca facilitar el estilo de vida de personas sordas. En este, un asesor en lengua de señas se comunica con el cliente en tiempo real y lo acompaña mientras este realiza su trámite o compra, logrando de esta forma luchar contra las brechas de accesibilidad y facilitando la rutina de aquellos con discapacidad auditiva. Funciona como un servicio

de telecomunicación exclusivo logrado gracias a una videollamada entre asesor y cliente. (Fenascol, 2022)

El uso de tecnologías para el desarrollo de actividades de personas con discapacidad auditiva ha permitido aumentar la competitividad de este tipo de población y así mismo de la comunidad en general. Es así, cómo la tecnología se considera como una herramienta potencial para terminar con las barreras de discriminación basadas en dificultades comunicativas, que a través del tiempo ha dificultado el acceso al estudio y trabajo de personas con discapacidad.

Entre los beneficios hallados por la tecnología inclusiva en un país como Colombia, se halla que las tecnologías adaptadas, la digitalización y la consolidación del teletrabajo son algunas de las oportunidades que contribuirían a la estimulación del empleo de aquellos con dificultades auditivas. Dentro de estas, se encuentra a la robotización y la digitalización como un gran potencial para acabar con las barreras de discriminación e inclusión de personas discapacitadas en universidades y puestos de trabajo. (Gil, s. f.)

En Colombia, se han desarrollado herramientas interactivas digitales tipo videojuegos para facilitar el aprendizaje de diversas materias en los colegios. La parte interactiva que puede tener un videojuego se relaciona con la forma en cómo el jugador y el juego van a estar interactuando constantemente, debido a que el jugador lleva a cabo una acción y posteriormente el juego responde a esa acción dando estímulos al primero.

Para la ejecución del elemento interactivo que tuvo la herramienta interactiva digital, se desarrolló la teoría de “look and feel”, momento en que se diseñó la impresión que el usuario tendría cuando está jugando en el software educativo. (Molano, 2020).

El software se llama “Ludo Aprende”, su creación se hizo para mejorar el rendimiento en el área de castellano, y generaría las siguientes experiencias para el usuario:

Tabla 1. Descripción experiencia "LudoAprende"

Letra	Descripción de la experiencia
A	El jugador al acceder a "LudoAprende", puede seleccionar uno de los distintos tres temas disponibles para repasar las competencias del castellano.
B	Al tener la temática con la que se repasará, el jugador tiene la posibilidad de jugar una de las dos actividades disponibles.
C	"LudoAprende" le permite al estudiante seleccionar con cual nivel de dificultad desea repasar.
D	Al culminar el juego, en donde el jugador obtiene el feedback, éste puede decidir si seguir jugando o salir del juego, por lo que se enfrenta con un condicional.

(Molano, 2020)

Lo dicho anteriormente se explica en el siguiente diagrama de procesos, que explica los pasos de uso del software:

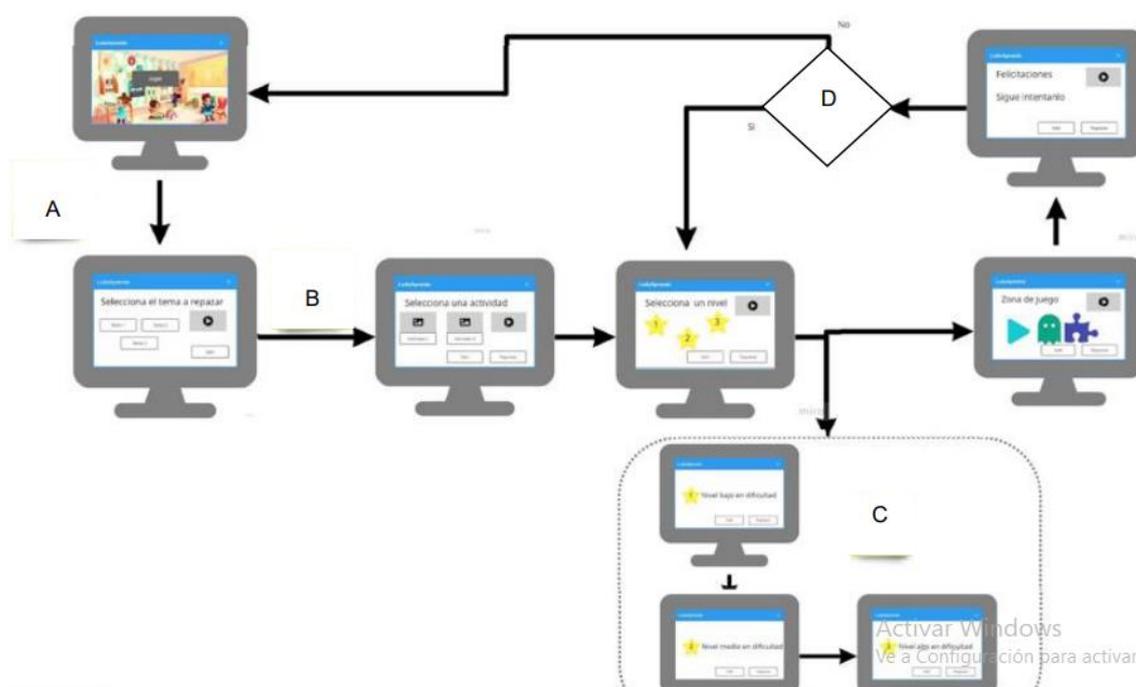


Figura 2. Diagrama de procesos LudoAprende (Molano, 2020)

Para los requisitos visuales, los docentes quienes conocen a los estudiantes recomendaron que los botones y textos deben funcionar con la fuente "Century Gothic", dado que la persona sorda no maneja de forma ágil la letra que se usa en la imprenta. Así mismo, los colores que hay en la interfaz de usuario no deben de ser fuertes, rojos o

fluorescentes, dado que la intensidad de este tipo de tonos cansa visualmente al estudiante con discapacidad auditiva el cuál debe de estar todo el tiempo mirando sobre un punto fijo, siendo la razón por la que los colores de la herramienta digital tienen que ser neutros. Finalmente, la plataforma digital debe de incluir videos en LSC, con el fin de que el estudiante tenga el conocimiento de qué hacer en cada actividad didáctica, sumado con las instrucciones escritas para que pueda reforzar su comprensión lectora o para que otro que asuma el rol de oyente se le permita interactuar con la misma. (Molano, 2020).

En cuanto a la navegabilidad, “Ludo Aprende”, como un software creado para mejorar la educación de personas sordas, utilizará un esquema tipo “árbol” en dónde la estructura del desplazamiento comienza en la interfaz de bienvenida del juego, para posteriormente desplazar al usuario a cualquier ventana de selección que desee estudiar, como se muestra en la siguiente imagen:

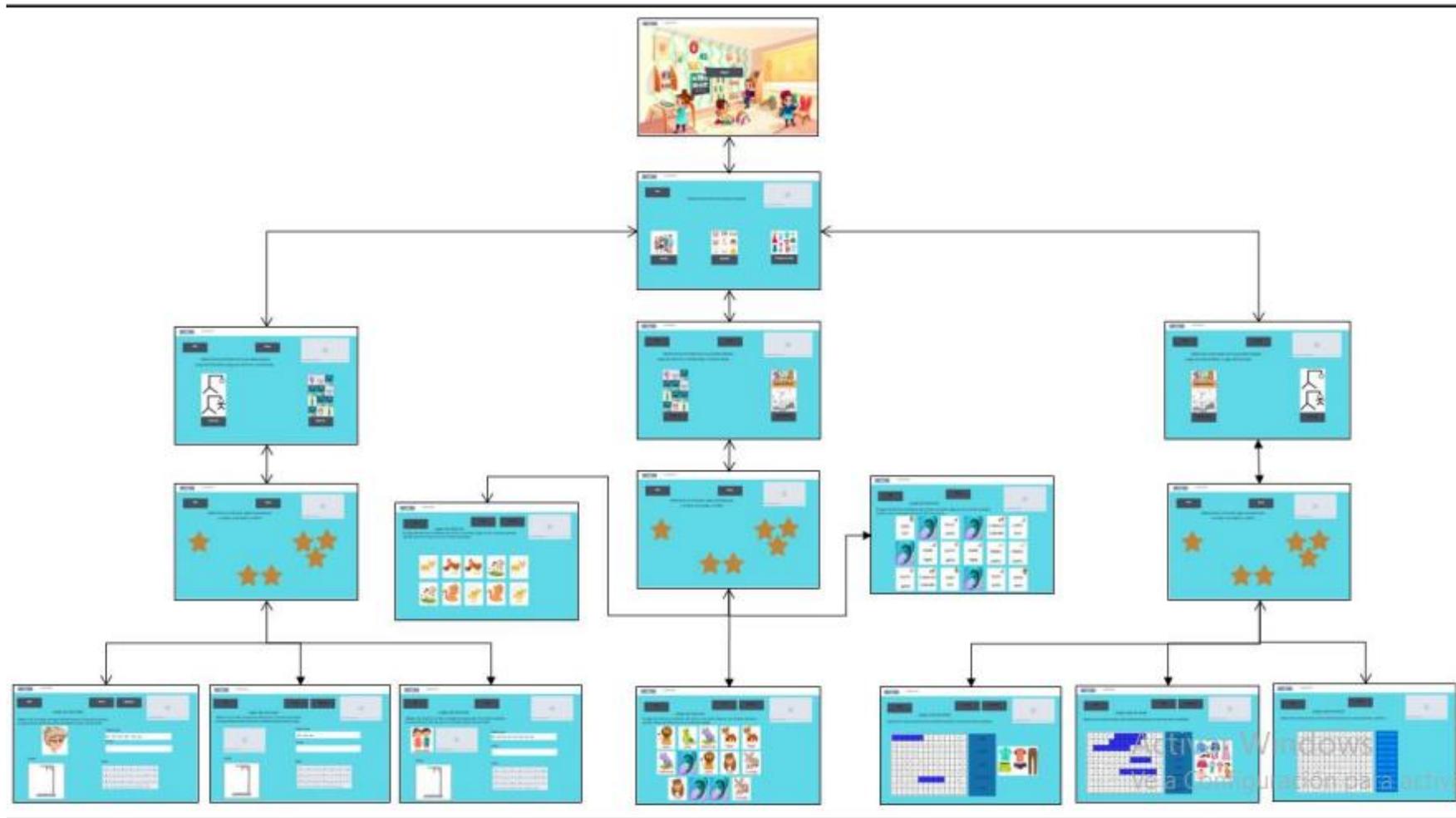


Figura 3. Interfaces LudoAprende (Molano, 2020)

Con el fin de promover las TIC en las aulas de clase, se hace necesario la capacitación de docentes en estas temáticas, para que puedan crear recursos didácticos como: Objetos Virtuales de Aprendizaje, repositorios, videojuegos, Web 2.0 y/o libros digitales (Zapata & Acosta, 2018). No tendría efectividad que las ramas de ingeniería se encarguen de la creación de distintos programas innovadores, si el uso de estos es complejo para una persona que no tenga los suficientes conceptos técnicos. Estos deben de estar destinados a usarse de forma ágil y que los docentes puedan moldearlos como los considere mejor para hacer espacios de aprendizaje inclusivos.

El proceso para desarrollar una herramienta digital es el siguiente:

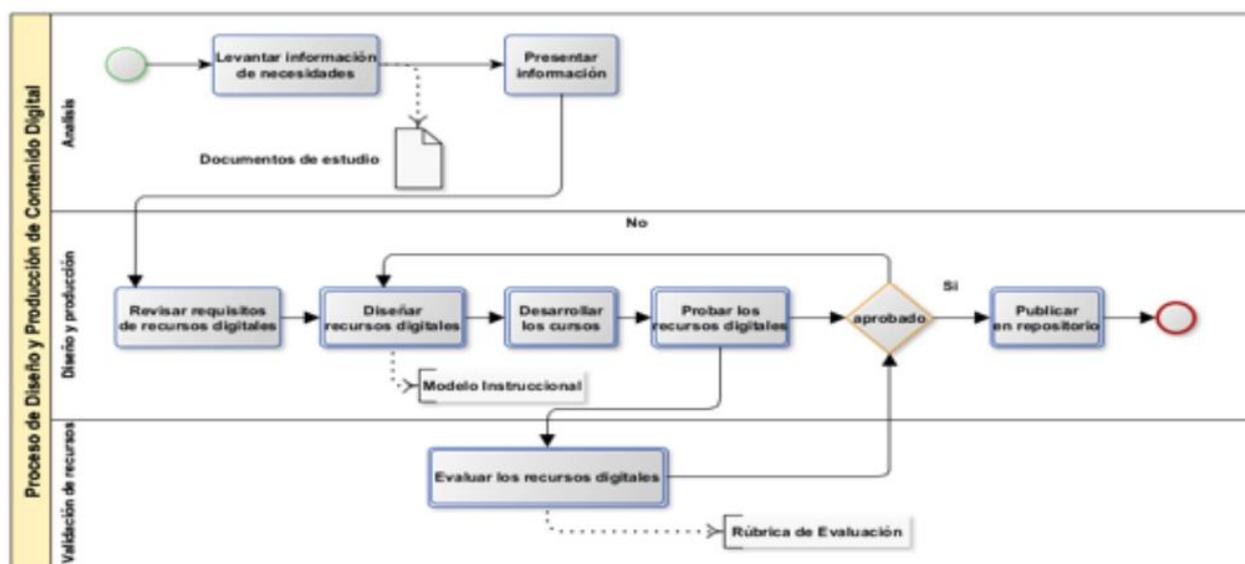


Figura 4. Proceso desarrollo herramienta digital (Zapata & Acosta, 2018)

Una de las herramientas digitales con los cuáles los profesores pueden apoyarse y realizar sus clases, en especial si son para personas con discapacidad auditiva, es “Apropiados”, dado que su plataforma cuenta con repositorios de recursos educativos, un intérprete en lengua de señas colombiana (LSC), un prototipo de avatar “HADO” el cuál se comunica en LSC. También hay sistema closed caption, modelos lingüísticos y a su vez cuenta con dispositivos para facilitar la accesibilidad visual. (Zapata & Acosta, 2018).

5.2 Propuestas tecnológicas para el mejoramiento de la educación y la inclusión social de la población sorda en las instituciones de educación superior.

La educación inclusiva contribuye a la no discriminación y promueve la accesibilidad de poblaciones con determinadas condiciones de salud a que participen de actividades académicas. Con base a la búsqueda de anteriores revisiones literarias, su mayor concentración está en las tecnologías específicas de lenguajes de señas, donde hay inventos que hasta hoy han tenido cierto grado de utilidad como los basados en videos y sensores (Papastratis et al., 2021). Estas, se han utilizado para facilitar el diario vivir de las personas con discapacidad auditiva y también en el ámbito académico, dónde estudiantes y profesores tienen mejor comunicación y se favorece a la educación inclusiva.

Desde la educación básica, entidades de educación vienen fomentando el uso de implantes cocleares (IC), como una opción de habilitación para niños con pérdida auditiva profunda. Esta tecnología ha dado cambios significativos en los enfoques de educación y comunicación para menores sordos, dado que es considerada como la única forma por la cual el niño sordo puede satisfacer sus necesidades y comunicarse con sus padres a una edad temprana, adquirir conocimientos sobre la realidad externa, tener desarrollo cognitivo y convertirse en un miembro del mundo oyente y sordo, facilitando la participación en distintos escenarios de su vida (Semana, 2019), Muchos padres de familia desconocen el costo de un implante, y obvian que el paciente no asume este costo, sino que se cobijan por el sistema de salud, por lo que en Colombia pese a ser un país en vía de desarrollo, siempre hay soluciones para personas con discapacidad auditiva, sin importar el estrato socioeconómico al que pertenezca (Valora Analitika, 2022)

Las propuestas tecnológicas en las que vienen trabajando algunas entidades de educación superior con el fin de facilitar la educación de personas con discapacidad auditiva, y agilizar los procesos de enseñanza y desarrollo de actividades de todos los estudiantes en general, son en la implementación de Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), Objetos Virtuales de Información (OVI), repositorios, Web 2.0, libros digitales y videojuegos, por lo que en primera instancia se capacitan a los docentes de área con el fin de que se apropien de

las herramientas digitales y tengan la capacidad de enseñar a usar de forma efectiva a sus alumnos. (Zapata & Acosta, 2018).

Es así, como se ha venido trabajando en propuestas digitales bajo el “e-learning”, con el fin de asegurar la inclusión no solo de personas sordas, sino también digital, que esté al alcance de todos. Según (Martins, Rodrigues, Francisco, et al., 2015) se han estado realizando varias investigaciones respecto a la propuesta y a su vez se han ido desarrollando soluciones tecnológicas viables que puedan estar disponibles en plataformas digitales en general, sin embargo, es importante que primero se logren resolver desafíos críticos y que haya una integración efectiva de las tecnologías en las plataformas electrónicas de aprendizaje.

Hay una variedad de encuestas que hacen referencia a dispositivos de asistencia para personas con discapacidad en el ámbito científico, las cuales tienen más revuelo para aquellos con problemas visuales, Sin embargo, entre las investigaciones existentes para personas con sordera se encuentran que los mayores propósitos son mejorar la comunicación, sistemas de alerta y asistencia auditiva (Aparecido et al., 2021).

Los sistemas de alerta para personas con discapacidad auditiva consisten en dispositivos hipoacúsicos sobre momentos de riesgos o también para proporcionar información importante, cómo la existencia de proximidad de automóviles, timbres, ocurrencia de alarmas de emergencia, timbres y demás. En el tema de comunicación, las investigaciones desarrolladas han buscado alertar a las personas con falencias auditivas sobre la recepción de una llamada VOIP mediante un dispositivo basado en una Raspberry Pi que analiza tráfico de red. La salida del sistema es visual, con luces que brillan según el estado de llamadas VOIP. (Aparecido et al., 2021)

En el tema de alarmas, funcionan mediante el uso de relojes digitales que permiten el ajuste de alarmas para que se despierte. El sistema de vibración comienza a alertar a las personas y los sensores ultrasónicos verifican si el individuo se ha despertado con la detección de movimiento y una vez comprobado, finaliza la vibración. (Aparecido et al., 2021).

Una de las alternativas que se vienen dando en las entidades de educación es el uso de la aplicación VerbaVoice. Esta ofrece una tecnología innovadora de interpretación en línea, así como servicios completos para personas sordas y con dificultades auditivas: permite que los

estudiantes participen equitativamente en la clase; eventos accesibles con subtítulos, interpretación y transmisión en vivo (VerbaVoice GmbH, 2014)

VerbaVoice desarrolló un innovador sistema de interpretación a distancia basado en Internet. Para estudiantes y aprendices con discapacidad auditiva, el servicio en línea ofrece acceso móvil a la información y permite la plena participación en la sociedad del conocimiento. VerbaVoice también ofrece texto en vivo y video en lenguaje de señas para permitir la accesibilidad en eventos, conferencias, reuniones, etc. (VerbaVoice GmbH, 2014)

La aplicación VerbaVoice se creó con el fin de mejorar las barreras de educación y el acceso a la información mediante la interpretación y visualización del 100% del contenido hablado, mejorando así la participación igualitaria en los salones de clase (VerbaVoice GmbH, 2014).

Su funcionamiento consiste en un servicio de interpretación en línea, dónde la plataforma da una visualización en vivo independiente y flexible del sitio del lenguaje como lengua de señas y subtítulos. El intérprete se puede unir a la plataforma por medio de internet sin tener que estar en el sitio con el cliente, de esta forma, el orador utiliza el micrófono que envía el audio al intérprete, que posteriormente lo convierte en lengua de señas o texto. Las personas con discapacidad auditiva pueden leer el texto o ver el video del intérprete de lenguaje de señas en una pantalla de lienzo o en un dispositivo móvil. (Verbavoice, s. f.)

En cuanto a facilidades que se deben de brindar para que las personas sordas asistan a clase, existen los guantes que hablan, esta tecnología ya se puede encontrar en el mercado. Existen una variedad de prototipos o diseños, que buscan captar los movimientos de las manos al usar la lengua de señas, estos se registran en una consola que es la que permite que las personas puedan entenderse entre ellos (López et al., 2016)

Entre los guantes, existe el creado por la universidad Rey Juan Carlos, el cuál es un software que permite a los estudiantes sordomudos hacer preguntas en el salón o asistir a una tutoría sin necesidad de contar con un intérprete. El dispositivo tiene la capacidad de traducir los gestos de la mano a una palabra escrita y hablada en la pantalla del computador. Este tiene un ordenador y un guante que cuenta con 23 sensores situados sobre las articulaciones de las manos. Otro grupo de estudiantes de Ucrania creó unos guantes llamados “Enable Talk”, los

cuales pueden traducir gestos y lengua de señas a la lengua oral, por medio de un motor de texto a voz. Estos están equipados con sensores táctiles, flexibles, acelerómetros y giroscopios, como también celdas solares para que la batería pueda durar más. Este sistema de programación permite que los guantes se puedan adaptar a diferentes lenguas de señas e idiomas hablados (López et al., 2016)

La implementación de sistemas que faciliten el diario vivir de las personas sordas, se logra gracias al uso de dispositivos móviles dónde se pueden instalar los programas desarrollados para mejorar las condiciones de las personas sordas, por ende, el desarrollo tecnológico es una pieza clave para contribuir a la mejora de calidad de vida de personas con discapacidad auditiva.

Universidades a nivel mundial dan uso a varias herramientas digitales para implementar en las aulas de clase. Una de ellas es la pizarra digital, la cual consiste en un computador que se conecta a un proyector multimedia, dónde se puede controlar el ordenador, hacer anotaciones, imprimirlas, guardarlas, haciendo uso de bolígrafos que hacen las veces de puntero sobre una superficie que es capaz de detectar los movimientos en una posición determinada, con otro dispositivo cómo si fuera un ratón (Alain & Vejarano, 2016)

La tecnología de reconocimiento de voz funciona como promesa de ayuda para aquellos que tienen deficiencia auditiva; el profesor portará un micrófono con audífonos que convierte su voz en texto en tiempo real, usando un software especial, Para que funcione mejor, el profesor deberá crear un registro de voz, el cual le permitirá al software reconocer su voz más efectivamente. (Alain & Vejarano, 2016)

Con el fin de que estudiantes con discapacidad auditiva puedan asistir a salones de clase sin ninguna complicación a la hora de aprender e interactuar con sus compañeros, se crearon unas gafas inteligentes con realidad aumentada de fácil uso para el usuario, las cuales tienen como características principales basarse en algoritmos de aprendizaje automático que trabaja en conjunto entre sí, de forma constante (Mohamed & Shehieb, 2021). El primer sistema de estas gafas se llama MadGaze X5, el cual viene con un sistema de matriz de micrófono incorporado en las gafas, como se puede ver en la siguiente figura:

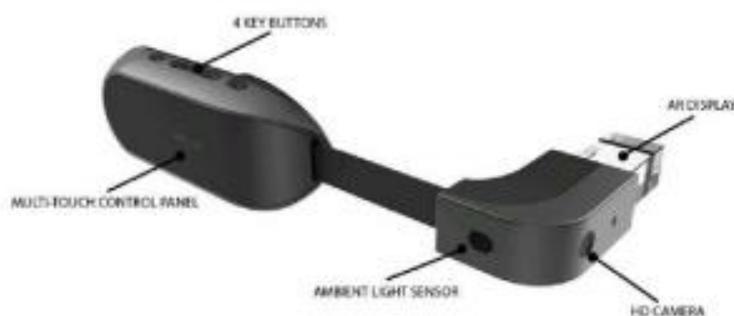


Figura 5. Dispositivo MadGaze X5 (Mohamed & Shehieb, 2021)

Con base al diseño de la MadGaze X5, (Mohamed & Shehieb, 2021) proponen unas novedosas gafas de realidad aumentada que funcionan bajo el sistema operativo de Android, dado que cuenta con la potencia de procesamiento adecuada para que el software que se desarrolle pueda funcionar sin problemas, además, estas gafas contarían con un micrófono incorporado y una matriz capaz de cubrir todos los lados. Cabe decir que la realidad aumentada solo estará en un lente.

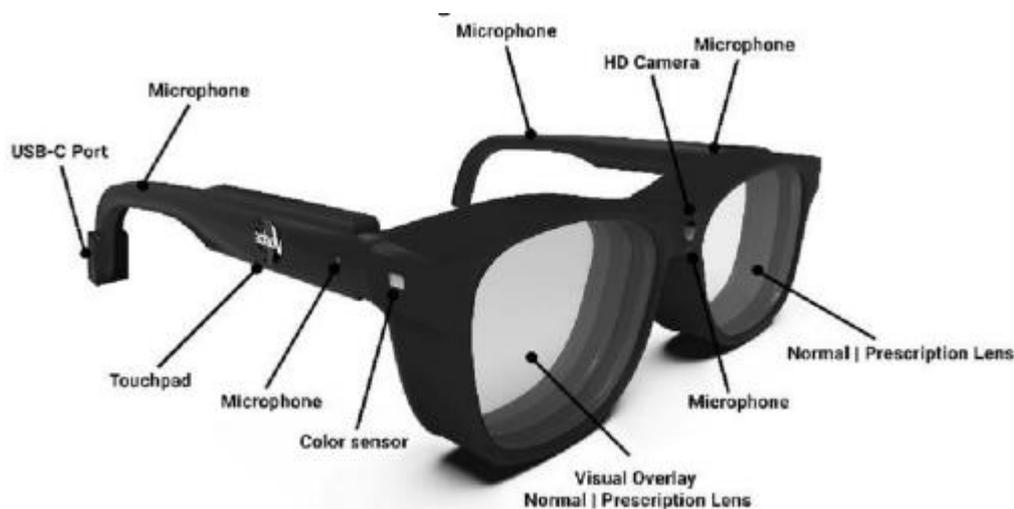


Figura 6. Prototipo diseño de lentes de realidad aumentada (Mohamed & Shehieb, 2021)

Este prototipo pretende ofrecer 4 funciones: reconocimiento de emociones del habla, subtítulos de voz a tiempo real, herramientas de asistencia en el aula e indicaciones de sonidos ambientales. El componente de su software se desarrolló con Android Studio como se dijo anteriormente, empleando varias bibliotecas como Tensorflow y Firebase (Mohamed & Shehieb, 2021).

El uso de anteojos traductores que traducen lengua de señas es una iniciativa que facilita la educación de personas con discapacidad auditiva. (Nattress, 2019) propone un dispositivo que consiste en unos ojos aumentados y equipados con un receptor de altavoz y vidrio de imágenes visuales (que funcione como Google Glass). Dónde la persona sorda no sólo vería sus señales manuales en lengua de señas, sino que también las transmitiría en voz para que los demás comprendan lo que dicen con una voz y sonido personalizado.

Otros proyectos también han buscado la programación de algoritmos por medio de TensorFlow, para facilitar el uso de herramientas digitales para personas con discapacidad auditiva. Es como se usa el algoritmo de aprendizaje por transferencia con la detección de objetos de TensorFlow para poder reconocer el lenguaje de señas. Los videos se capturan, procesan y reconocen por medio del sistema para lograr hacer el análisis en tiempo real, de igual forma, se pueden detectar imágenes estáticas, incluyendo oraciones largas que constan de 5 a 6 palabras. Este sistema es fácil de utilizar para diferentes lenguas de señas (Patil et al., 2022)

El proyecto de (Patil et al., 2022) utiliza un método de detección de lengua de señas que se construye por medio de la recopilación de imágenes usando OpenCV con Python. En el momento que se importó el paquete OpenCV en la sección de biblioteca, lo que permite habilitar automáticamente la cámara de una computadora de escritorio o portátil para poder comenzar a capturar los videos del sujeto que realiza oraciones en lengua de señas con una mano o ambas. Este sistema funciona en modo dual, dado que reconoce los gestos a 2 manos. Una vez que se logran recopilar los videos del sujeto, solo se capturan imágenes con las palabras expresadas en señas correctamente, y posteriormente se realiza el etiquetado de imágenes para poder lograr la detección de objetos.

Ejemplo de acciones 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Hola			
Amo tú			
Si			

Figura 7. Captura de lengua de señas (Patil et al., 2022)

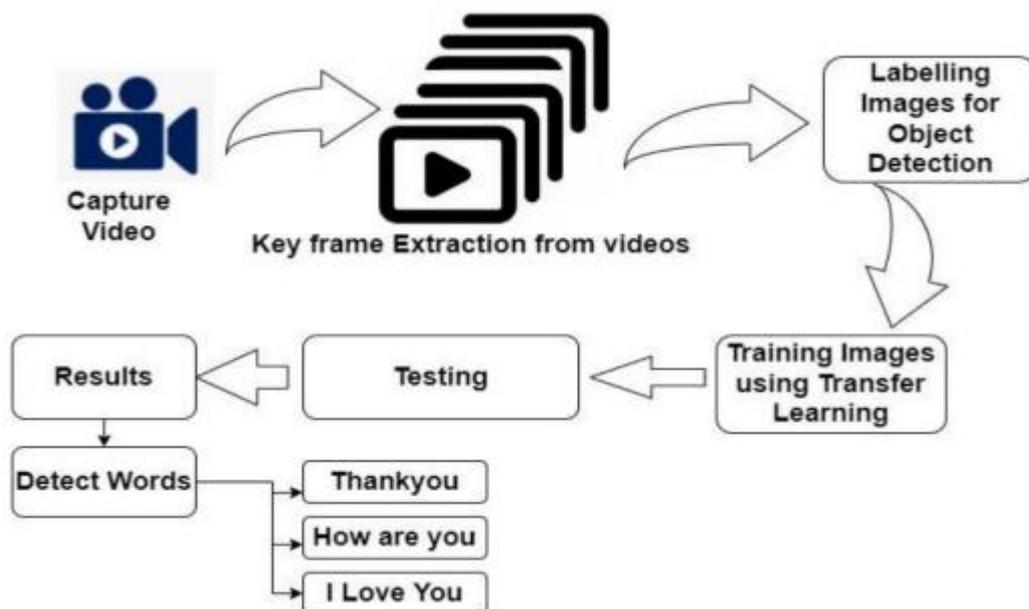


Figura 8. Proceso de traducción de lengua de señas a texto escrito. (Patil et al., 2022)

Con el fin de mejorar los programas de reconocimiento facial, se han realizado trabajos en la mejora de detección de gestos en tiempo real y reconocimiento del mismo. Este tipo de dispositivos trabajan como traductores de gestos, en los que los datos se toman de las imágenes o elementos multimedia. Este artefacto tiene la capacidad de juntar las diferentes macros de datos que incluyen aquellos modificados, los que identifican una representación en escala de grises o en blanco y negro de los gestos y posteriormente genera una representación gráfica (Kaur et al., 2020)

La metodología utilizada por los dispositivos de reconocimiento de gestos, son que este selecciona los datos utilizando una técnica de coincidencia, a su vez, una representación gráfica de los gestos correspondientes que coincide o satisface un nivel de umbral de similitud con las representaciones gráficas de los gestos identificados por los datos modificados. Posteriormente, el dispositivo identifica los datos de respuesta que representan para enseñarlos por medio de una interfaz como datos de audio o de texto (Kaur et al., 2020)

Durante los últimos años, el sistema de reconocimiento de voz visual ha jugado un papel muy importante en el sistema de reconocimiento de voz porque no requieren un ambiente acústico. Un Sistema de Reconocimiento Visual del Habla consiste en un proceso automático de detección de palabras por medio del seguimiento del hablante en el movimiento de sus labios. Esta tecnología proporciona una forma alternativa de comunicación para personas con discapacidad auditiva. Actualmente se implementan en ambientes exteriores ruidosos como manejar un automóvil o hablando por teléfono celular. (Kumar et al., s. f.)

Uno de los más utilizados y primeros sistemas de reconocimiento de voz es el método DTW, el cuál sirve para medir la similitud entre las secuencias que hay en diferentes longitudes en el análisis de series temporales. Se usa principalmente junto con otros métodos y es usado para maximizar la eficiencia de los procedimientos de reconocimiento, en el cuál, se utiliza el principio de comparar las expresiones de voz con referencias por medio de la expansión o comprensión de tiempos de sonorización. Incluso, si el usuario repite la misma palabra, puede pasar que uno de los sonidos no tenga parecido a los anteriores, dado que la longitud de la palabra enseña una contracción y expansión no lineal. El mecanismo de deformación de tiempo dinámico tiene como meta ampliar o estrechar el eje de tiempo para que la señal del fonema o la palabra puede estar en el mismo intervalo de tiempo que halla en la planilla de referencia,

por su lado, para el reconocimiento de fonemas o palabras, se usa generalmente por método de sincronización de tiempo dinámico (Yaganoglu, 2021)

Generalmente, el método DW se usa para clasificar series temporales. Esta metodología se puede utilizar para calcular la igualdad de diferentes vectores de características de longitud que representan las señales de audio de las palabras dentro del reconocimiento de voz. El DTW es visto como una buena técnica para encontrar el ajuste óptimo entre las dos secuencias que hay entre las dos secuencias teniendo como base ciertas restricciones (Yaganoglu, 2021)

Uno de los mayores problemas que hay con el reconocimiento de voz es que una persona no puede decir la misma palabra en diferentes tiempos de la misma forma. Por lo que cuando el sujeto vuelve a decir una palabra, estas no se parecen mucho. La metodología DTW mide las similitudes de los vectores usando la lógica de la programación dinámica. Es así, como una de sus características más importantes, es que permite una coincidencia más flexible en lugar de que coincidan uno a uno (Yaganoglu, 2021)

Lo dicho anteriormente, se puede observar bajo la siguiente figura, dónde se observa como capta, procesa, extrae y clasifica la voz:

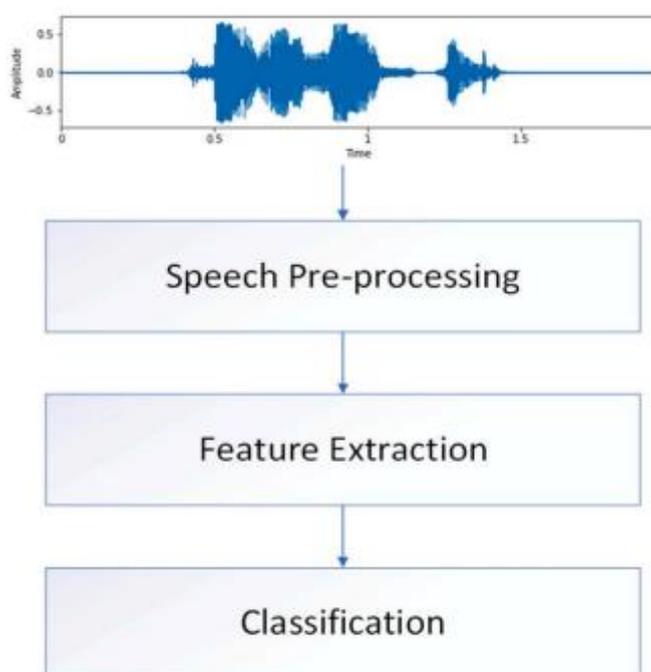


Figura 9. Pasos de reconocimiento de voz (Yaganoglu, 2021)

Otra propuesta tecnológica que vienen desarrollando las universidades, es el uso de pantallas gráficas táctiles que le permiten al usuario con problema de sordera, interactuar con las aplicaciones que se encuentran desarrolladas en el dispositivo, entre las cuales están: Reconocimientos de voz, lengua de señas, comunicación, ubicación y entorno. Esta pantalla permite visualizar los mensajes que sean procesados mediante el reconocimiento de voz, así mismo, esta generará un teclado para que el individuo pueda escribir los mensajes que quiere transmitir, los cuáles se van a reproducir auditivamente, facilitando así la integración social con compañeros y profesores en la lengua de señas. El dispositivo facilita la recepción de mensajes de voz y su posterior interpretación, con base a un sistema independiente de habla, que se usa por medio de un micrófono capacitivo y un módulo de programación para la captura y procesamiento de la información, que visualiza esta misma información en la pantalla. (Hernández et al., 2015).

Un grupo de investigadores pretende utilizar una plataforma web llamada EnSenias en las universidades de la ciudad de Panamá como herramienta de aprendizaje y de uso para la enseñanza del vocabulario inicial como lo es la de la lengua de señas panameña, además de contener traductor, diccionario y preludio del lenguaje escrito. Para su desarrollo se utilizó la metodología de desarrollo de ingeniería de software de Pressman, el cuál consta de tres etapas: Definición (Planificación y requerimientos), desarrollo (desarrollo de prototipos y diseño: versión demo), y finalmente el mantenimiento final (verificación de funcionalidad y optimización de las diferentes versiones hasta tener la definitiva) (Rodríguez et al., 2022)

La plataforma EnSenias tiene la finalidad de contribuir al aprendizaje, enseñanza, mejora, actualización, difusión y uso de la lengua panameña de signos, y aplicarlo así en las universidades. Esta consta de 1253 signos grabados, con imágenes representativas, textos escritos y audio escritos, y categoría gramatical de cada palabra.

(Rodrigo, 2018) menciona una variedad de herramientas digitales que pueden contribuir a la mejora de vida de personas sordas. Una de ellas es “MyEarDroid”, la cuál es una aplicación móvil que sirve para detectar e identificar sonidos del hogar del usuario, la aplicación usa alertas en el celular para pasarle la información al portador del dispositivo. Otra aplicación es SordoAyuda, la cual utiliza el reconocimiento de voz y convierte a texto el audio que se

escucha, con el fin de que el portador pueda leer lo que dicen los demás. También menciona a “112 Accesible” la cuál es una aplicación que hace que los servicios de emergencia puedan ser más accesibles, en especial para aquellas personas que no se pueden contactar por medio de una llamada de voz. Finalmente, “Sordos Helper” por su lado, es capaz de convertir las palabras pronunciadas en texto. Esta aplicación alienta la comunicación entre la gente sorda y la oyente, y lo mejor es que es gratis.

El gesto manual tiene un papel muy importante en la vida real para poder comprender el lenguaje corporal humano, en especial para aquellas personas mudas y sordas que utilizan el lenguaje de señas para comunicarse. Gracias a los avances tecnológicos de sensores, hay una mayor probabilidad de que estas personas comuniquen lo que quieren expresar gracias al movimiento de sus manos, por medio de sensores de montaje como básicos, sensores basados en visión y sensores de pantalla multitáctiles. Es así, como los sistemas de reconocimiento de mano pueden clasificarse en diferentes tipos, como sensores portátiles, con imagen bidimensional y con dispositivos de señalización portátiles (Sangeethalakshmi et al., 2021)

Para la creación de un vocalizador de gestos de manos para sordomudos, se usa una matriz de 10 sensores barométricos con caucho VytaFlex alrededor de la muñeca, con el fin de reconocer el cambio de presión y así poder comunicar información al terapeuta y médico durante el proceso de recapitalización, en especial para pacientes que tienen deficiencias en las extremidades superiores. Se usa un sensor de cámara de muñeca portátil (WristCam) el cuál detecta gestos de trayectoria que tenga la mano y tiene la capacidad de controlar el robot para escribir letras que ya estén previamente definidas en papel. Se utiliza un reconocimiento de micro gestos manuales el cuál se logra por medio de la detección activa ultrasónica con una frecuencia operativa de 300 Khz con el fin de tener características de imagen de alta resolución Doppler (Sangeetha Lakshmi et al., 2021)

Este sistema conecta el celular a la laptop vía bluetooth de la siguiente manera:

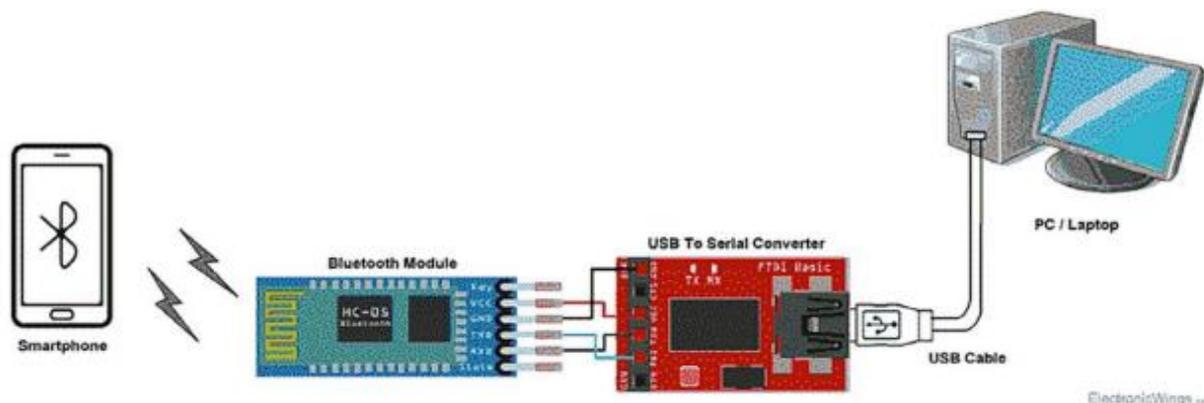


Figura 10. Comunicación bluetooth entre dispositivos. (Sangeetha Lakshmi et al., 2021)

El uso de algoritmos de Inteligencia Artificial a la interpretación de la lengua de signos conlleva a un gran avance para garantizar los derechos de personas con discapacidad auditiva y así mejorar su comunicación con los demás, por ende, el desafío de automatizar la interpretación de la lengua de señas es importante, dado que no solo consiste en interpretar la posición de las manos, sino que a su vez, gesticulaciones y poses del cuerpo. Su aplicación consiste en que la persona que padece de sordera lleve unos guantes puestos de colores y ejecuta los signos estando al frente de una cámara (gracias a los colores se diferencian los signos con una mayor precisión). Otras tres cámaras capturan otra información como los gestos y expresiones faciales. La persona que oye simplemente habla con naturalidad y lo que dice se traduce a la pantalla de la persona sorda, usando un procesamiento de lenguaje normal. (Recuero de los Santos, 2020).

Las tecnologías del lenguaje de señas se conectan de una manera que se afectan entre sí. La extracción de los movimientos del cuerpo y la mano, como también las expresiones faciales, son vitales para el éxito de los algoritmos automáticos de aprendizaje que son los responsables del reconocimiento sólido de signos. El reconocimiento preciso de la lengua de señas tiene influencia significativa en el desempeño de representación de lengua de señas y métodos de traducción. Los avances en la Inteligencia Artificial y los dispositivos sensoriales

han allanado el camino que permite el desarrollo de aplicaciones de lengua de señas que facilitan la forma de vivir de las personas con discapacidad auditiva (Papastratis et al., 2021)

Lo dicho anteriormente se puede observar en la siguiente figura, la cual explica el funcionamiento de las aplicaciones, dónde capturan, reconocen, traducen y representan la lengua de señas:

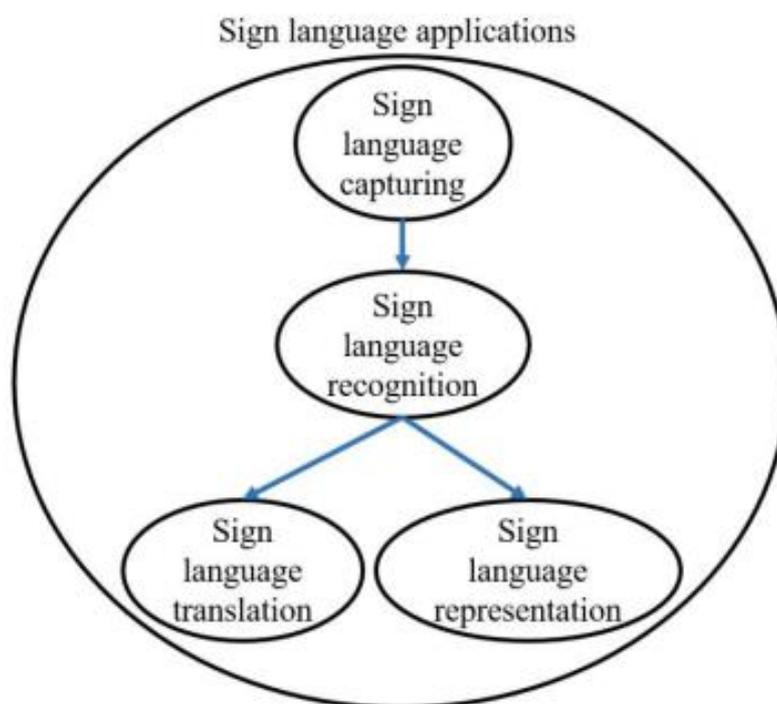


Figura 11. Funcionamiento aplicaciones traductoras de lengua de señas

Las tecnologías ya mencionadas para la captura de la lengua de señas poseen características diferentes, siendo adecuadas dependiendo del nivel de incapacidad del usuario y las condiciones técnicas de la aplicación. Por ejemplo, los sensores Kinect generan información de profundidad y RGB de alta resolución, sin embargo, su precisión se encuentra restringida debido a las distancias de los sensores. Por su parte, el Leap Motion también necesita una pequeña distancia entre el sujeto y el sensor, pero sus bajos requisitos computacionales facilitan su uso en aplicaciones en tiempo real. Finalmente, también se halla que los relojes inteligentes, pese a las facilidades que dan en el manejo de lenguaje de señas, su salida es muy ruidosa por culpa de los movimientos corporales inesperados. (Papastratis et al., 2021).

Pese a la variedad de sistemas creados para traducir la Lengua de Señas, comúnmente estos suelen tener limitaciones, por lo que ha habido avances creando dispositivos que se conecten a la articulación esquelética de la persona usando una arquitectura de sistema basada en la red neuronal. Esta, se basa en un conjunto de unidades conectadas que se denominan nodos o neuronas, dónde cada conexión entre los nodos tiene la capacidad de transmitir una señal de una de ellas a la otra. La neurona receptora procesa la señal antes de poder proporcionar el resultado de este proceso como una salida, por el que se multiplica una señal que pasa entre las dos neuronas por medio de la conexión. El módulo de gestión de energía de este artefacto tiene puede proporcionar energía a los componentes que tenga el sistema de forma controlada, y también puede omitir de manera opcional en las ejecuciones en que el sistema esté conectado a cualquier tipo de ordenador (Zhang & Biyi, 2022)

Bajo el manejo de los sensores en los traductores de Lengua de Señas, su circuito puede incluir sensores de luz infrarroja de las manos del usuario mientras forma los signos de la lengua de señas en su campo de visión. Por medio del uso de sensores de luz infrarroja, las imágenes de la lengua de señas se pueden capturar y ser rastreadas con poca luz. Este circuito también puede incluir una secuencia temporal de coordenadas 3D de las articulaciones del esqueleto de los dedos, antebrazos y palmas de las manos capturadas (Zhang & Biyi, 2022)

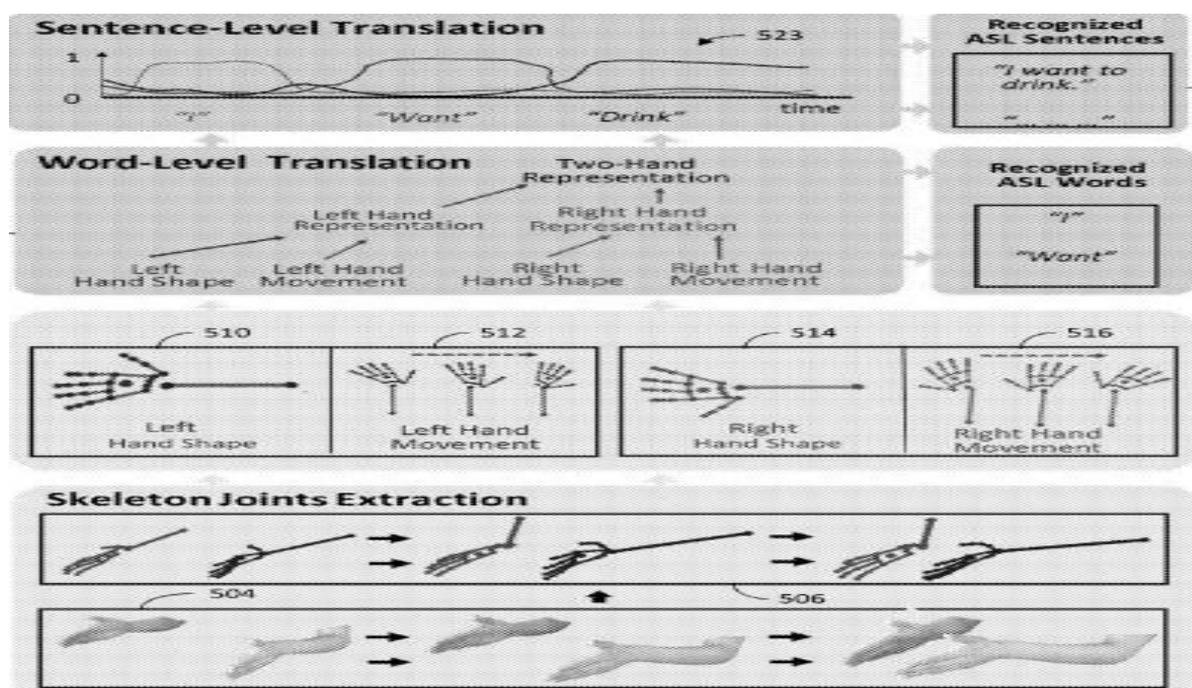


Figura 12. Representación traducción bajo movimientos articulares (Zhang & Biyi, 2022)

Los datos que permitiría traducir este sistema se traducen a palabras en inglés, o en algunos casos a frases en inglés, usando una arquitectura de sistema basada en una red neuronal. Esta, se basa en un conjunto de unidades conectadas que se denominan nodos o neuronas, dónde cada conexión entre los nodos tiene la capacidad de transmitir una señal de una de ellas a la otra

$$h_t = \Theta_h(W_{xh}x_t + W_{hh}h_{t-1} + b_h)$$

$$y_t = \Theta_y(W_{hy}h_t + b_y)$$

Dónde los valores de W y h son el peso de la conexión de las matrices, los valores de b son los valores de sesgo y los Θ son funciones de activación. (Zhang & Biyi, 2022)

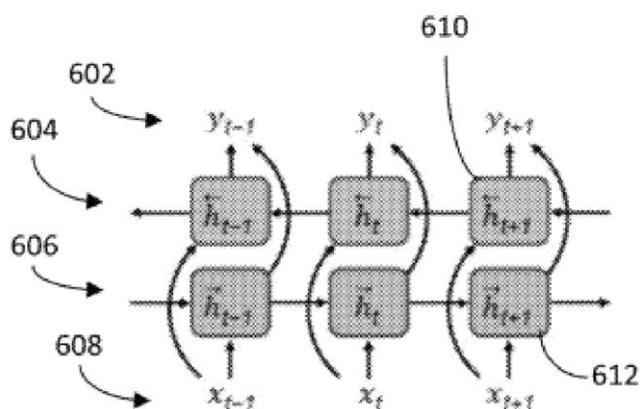


Figura 13. Procedimiento algoritmo traductor de lengua de señas (Zhang & Biyi, 2022)

La neurona receptora procesa la señal antes de poder proporcionar el resultado de este proceso como una salida, por el que se multiplica una señal que pasa entre las dos neuronas por medio de la conexión. El módulo de gestión de energía de este artefacto tiene puede proporcionar energía a los componentes que tenga el sistema de forma controlada, y también puede omitir de manera opcional en las ejecuciones en que el sistema esté conectado a cualquier tipo de ordenador (Zhang & Biyi, 2022)

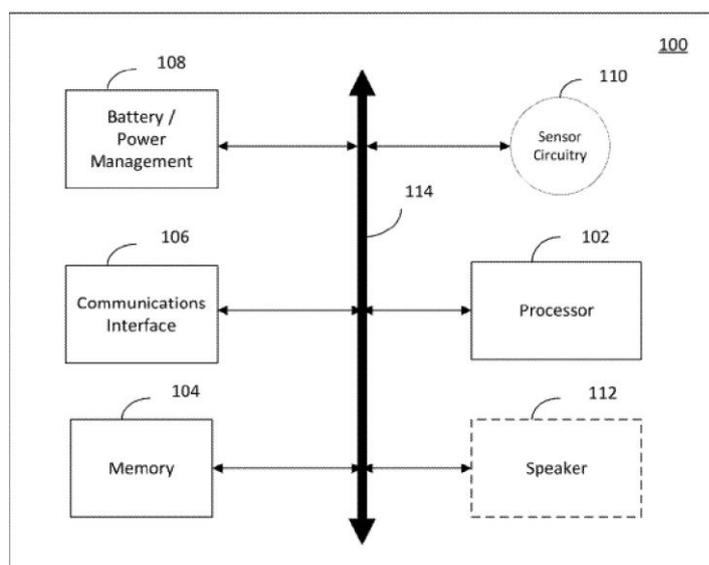


Figura 14. Conexión sistema traductor de lengua de señas (Zhang & Biyi, 2022)

En el sistema de (Zhang & Biyi, 2022), el procesador puede ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria para traducir los datos de las articulaciones del esqueleto en voz o texto. Se hace utilizando una red neuronal recurrente bidireccional jerárquica (HB-RNN), descritas de mejor forma en la siguiente imagen. Por otra parte, la memoria puede ser un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, cómo memoria solo de lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria flash, entre otras.

En este sistema que utiliza sensores para traducir la lengua de señas, en algunos casos, puede almacenar solo los datos de las articulaciones del esqueleto en la memoria en lugar de almacenar las imágenes completas capturadas por los sensores de imagen con el fin de preservar la privacidad de las personas cuyas imágenes son detectadas por el sistema, y para proporcionar la suficiente resolución para detectar con precisión la forma de la mano así como también los movimientos y ubicación de la mano. Los datos de las articulaciones esqueléticas producidos por los circuitos del sensor pueden ser ruidosos en su forma bruta, por lo que se puede aplicar un filtro Savitzky-Golay a los datos brutos de las articulaciones esqueléticas para mejorar la relación señal-ruido de estos datos. (Zhang & Biyi, 2022)

Para poder llevar a cabo el sistema de (Zhang & Biyi, 2022), se requiere por lo menos un procesador y una memoria conectada a tan siquiera un procesador que tenga almacenado un conjunto de instrucciones que al ser ejecutadas hacen que el procesador reciba una secuencia

espacio-temporal de datos esqueléticos correspondientes a las manos que se comunican a una serie de señas que forman una frase de la lengua de signos, dónde este va a reconocer y sincronizar la variedad de movimientos de las 2 manos a la vez

También existen sistemas para interpretar gestos o señales usando un modelo que se aprenda por máquina, el cual comprende un ordenador que cuenta con un procesador y memoria con instrucciones ejecutables por el propio ordenador, dónde en el momento que son ejecutadas mediante el procesador, ocurre que el ordenador recibe información sobre al menos uno de los gestos o señales de un primer usuario, la información que se recibe mediante un dispositivo de realidad mixta (Rangarajan & Chauhan, 2021)

En cuanto a los aspectos de divulgación de un intérprete de gestos por realidad mixta, se refieren a mejorar el problema técnico de la traducción de gestos. Esto implica la recepción de información relativa de tan siquiera un gesto recibido, donde el dispositivo de realidad mixta calcula las probabilidades de que al menos un signo tenga un significado particular usando un modelo entrenado por la máquina (Rangarajan & Chauhan, 2021)

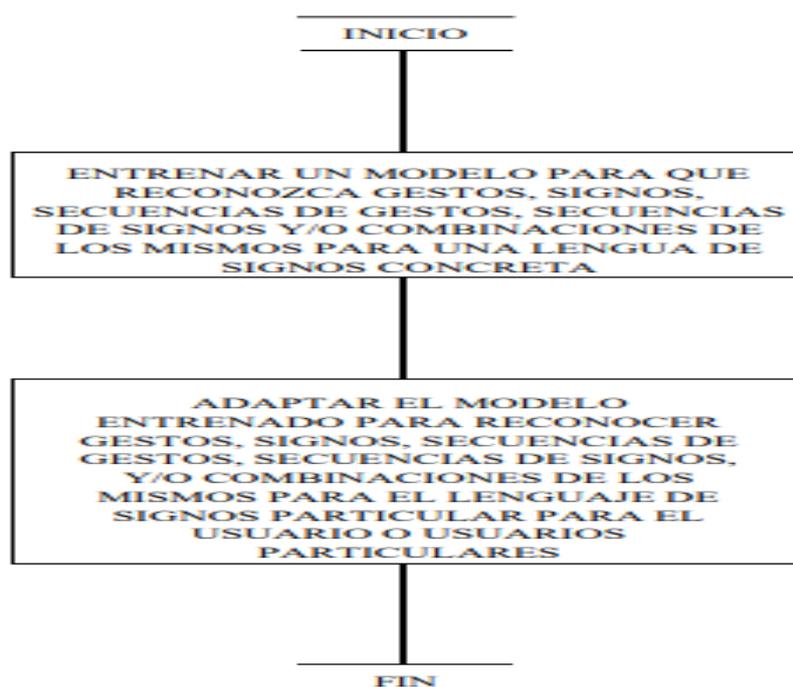


Figura 15. Proceso de reconocimiento de gestos por medio de un dispositivo de realidad mixta (Rangarajan & Chauhan, 2021)

Continuando con el desarrollo de tecnologías LeapMotion, (Arellano, 2022) propone una biblioteca de Java que sirva para el desarrollo de interfaces gestuales con las manos usando LeapMotion. Su desarrollo está basado en aplicaciones escritas en el lenguaje de programación C, llamada LeapC y se usa para la construcción de módulos de integración con los motores gráficos Unreal Engine y Unity. Su historial de publicaciones reporta lanzamientos de las versiones en código Orión 2.x, 3.x, 4.x y el 5.x en código Gemini. También, ofrece un binding (método que permite utilizar las funciones que están en un lenguaje de programación determinado en otro distinto)

Las soluciones de plataformas E-LEARNING tienen variaciones espaciales y temporales de los gestos. El gesto puede tener diferencias en el tiempo y espacio, por lo que es necesario para estas plataformas determinar cómo se debe procesar la secuencia de los gestos, esta se determina analizando los fotogramas que constituyen un gesto. Este problema se resuelve bajo el modelo de la cadena de Márkov de primer orden y el modelo de Márkov oculta; Deformación dinámica del tiempo (DTW), la Distorsión de tiempo dinámica estadística (SDTW), redes neuronales y máquinas de estados infinitos (Martins, Rodrigues, Rocha, et al., 2015)

Los grupos que se utilizan para interpretar las expresiones faciales están basados en técnicas de aprendizaje automatizados y algoritmos de modelos matemáticos que se adecuan al problema (Martins, Rodrigues, Rocha, et al., 2015)

Es así, como se identifican 2 grupos para las soluciones tecnológicas que buscan la traducción de la lengua de señas. En el primer grupo, se encuentran las Redes Neuronales Artificiales (RNA), las cuáles utilizan un modelo informático para aumentar y adquirir el conocimiento por medio de la experiencia; también se encuentran las máquinas de Vectores de Soporte (MVS), los cuáles analizan datos y reconocen los patrones que se utilizan para la clasificación y análisis de regresión. En el segundo grupo se usan los modelos ocultos de Markow (MOM) que se basa en la probabilidad de una determinada expresión y el Algoritmo Deformable Model Fitting (DMF), el cuál fue creado como ajuste a las imágenes del Microsoft Kinect, para combatir el ruido de las imágenes a profundidad (Martins, Rodrigues, Rocha, et al., 2015)

En lo que respecta a la creación de aplicaciones de lengua de señas, la mayoría de estas están desarrolladas para integrarse al sistema operativo de cualquier teléfono inteligente, y que

por medio de ellas se realice traducción o reconocimiento de SL. Sin embargo, para poder desarrollar aplicaciones de más fácil acceso y mejores, las investigaciones y desarrollo se deben de basar en la producción de modelos de IA más robustos y de menor costo desde el punto de vista computacional, aunando la mejora adicional del software existente que integre los modelos de IA en dispositivos inteligentes (Papastratis et al., 2021)

La electrónica es otra rama del saber que también ha realizado trabajos interesantes y eficientes para crear dispositivos de tecnología asistida para sordos, creando sistemas de comunicaciones que les permita facilitar su interacción con el entorno. Este sistema incluye un aparato de video para observar y digitalizar el rostro, movimiento de señas del cuerpo, manos y dedos del usuario, un traductor electrónico que es el que sirve para traducir los movimientos de señas digitalizados en palabras y frases, y una salida electrónica para lo mismo. El sistema funciona como un traductor que emite palabras y frases traducidas como voz sintética para otra persona que esté conversando con aquella que posee el problema auditivo, a su vez, la persona que no tiene ninguna comorbilidad puede hablar y la que padece de sordera puede verla en la pantalla bajo movimientos de lengua señas (Liebermann, 2000)

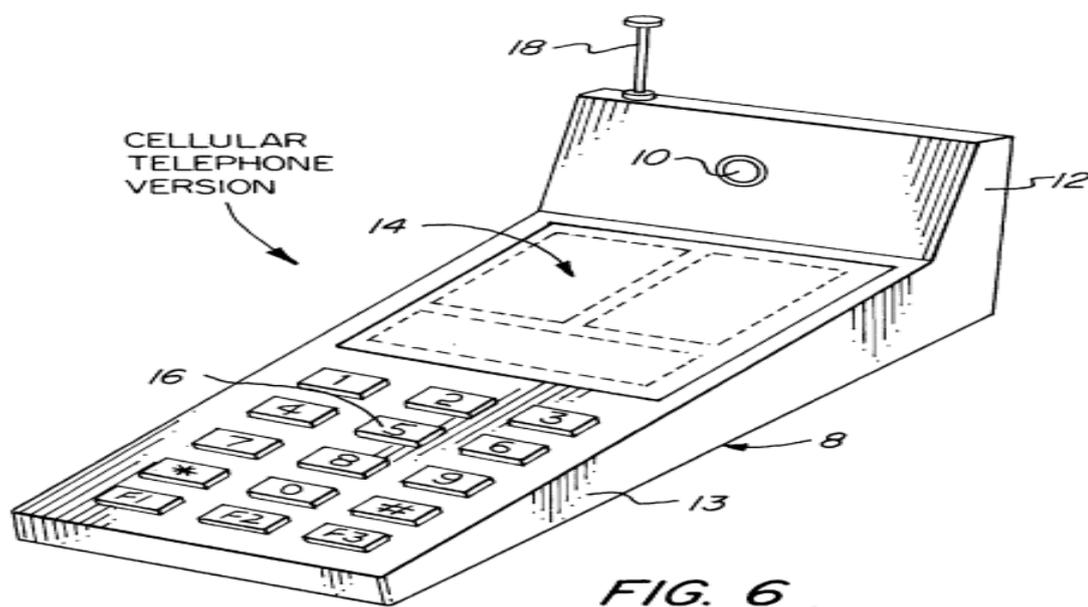


Figura 16. Modelo celular traductor de texto a lengua de señas (Liebermann, 2000)

Normalmente, la persona sorda utiliza la lengua de señas frente a un dispositivo que tiene una cámara de vídeo. La cámara captura de 20 a 30 fotogramas por segundo, para procesarlas en un dispositivo digital que ejecuta el procesamiento de imágenes inicial y ampliado. Durante el proceso, cada uno de los fotogramas se somete a un procedimiento donde la imagen se transforma en identificadores manejables. Es este último, en forma de tablas de números, que recorre las líneas telefónicas normales a la instalación central de procesamiento. Los identificadores se correlacionan con una base de datos de vocabulario y gramática gracias al uso de la inteligencia artificial. Luego, se produce la reconstrucción de la sintaxis, dando como resultado un texto verbal completo que equivale al contenido de la lengua de señas. Este texto, se somete a una transformación de texto a voz sintetizada para posteriormente enviarse como una señal analógica a cualquier teléfono usado por una persona oyente. Parte de esta inteligencia artificial consiste en redes neuronales que están entrenadas para aplicaciones específicas (Liebermann, 2000)

La invención del teléfono para personas sordas incluye un centro de procesamiento que contiene un sofisticado equipo informático. Las bases de datos y redes neuronales que hacen la animación verbal, traducción y facilitan la comunicación, se llama centro, sitio que recibe la entrada del dispositivo de video de la persona sorda y genera una salida audible para la persona oyente que esté usando el teléfono. Este último habla por teléfono, y es el centro el que da una salida de video al dispositivo de la persona sorda (Liebermann, 2000)

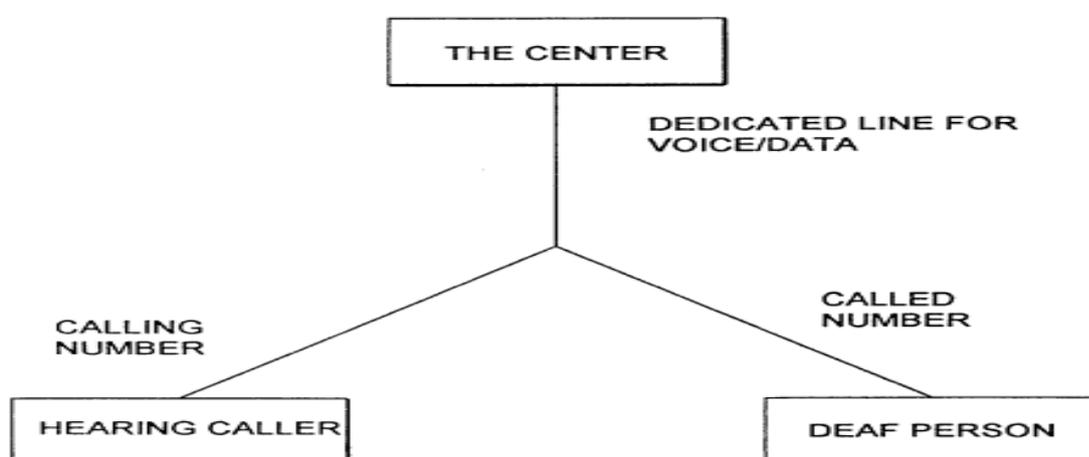


Figura 17. Proceso teléfono para personas sordas (Liebermann, 2000)

Continuando con los sistemas de reconocimiento de señas, (Yang et al., 2022) crearon un método y aparato de lenguaje de signos, con un medio de almacenamiento legible por el computador y un dispositivo informático. Consiste en adquirir un vídeo en lengua de señas, extraer una característica gestual de cada fotograma, extraer información de palabras de lengua de señas de una característica fusionada que se obtiene al fusionar las características del gesto y las características del cambio de gesto, se combina la información en una información de este tipo de lenguaje con la información contextual correspondiente a la información de la palabra inicial que se quería transmitir.

Cuando el usuario da clic en el botón de inicio, comienza un proceso de lengua de reconocimiento de señas, dónde se capturan cuadros de imagen sobre el lenguaje de gestos usando la cámara integrada del terminal. Al volver a dar clic en el botón, se detiene el proceso de reconocimiento, cómo se muestra en la siguiente figura:

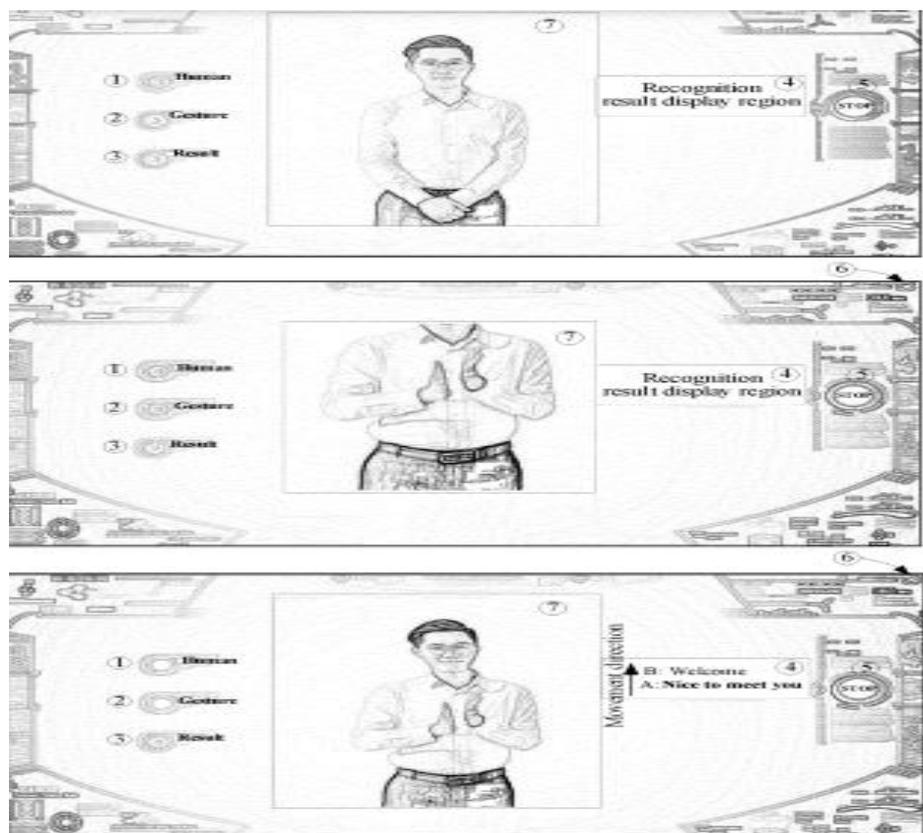


Figura 18. Proceso de reconocimiento de lengua de señas (Yang et al., 2022)

Con el fin de generalizar el modelo, se introduce un término regular adicional en el nivel de la palabra. Si se reduce la probabilidad de ocurrencia de una palabra de n veces que se predice durante la clasificación acuerdo a la secuencia con $P_{o,n}$ y una probabilidad de ocurrencia de las n veces que las palabras están determinadas por $P_{c,n}$. El siguiente término de lengua de señas se agrega a la función de pérdida entrenada:

$$L_1 = -\sum_{n=1}^N P_{o,n} \log \left(\frac{P_{o,n}}{P_{c,n}} \right),$$

Dónde N representa la cantidad total del vocabulario recibido.

El programa de reconocimiento de voz de (Yang et al., 2022) puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por computadora no volátil. Cuando se ejecuta el programa, pueden incluirse los procedimientos de las realizaciones del sistema. La memoria no volátil puede incluir una memoria de solo lectura (ROM), o una ROM programable (PROM), o una ROM programable electrónicamente (EPROM), o borrable eléctricamente (EEPROM), o una memoria flash. La memoria volátil puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM) o una caché externa.

La realidad virtual se ha convertido en otra alternativa para facilitar los métodos educativos inclusivos que comprenden a personas con discapacidad auditiva, dado que resulta ser benéfico y estimula el progreso de aprendizaje de una forma muy eficiente, generando soluciones dinámicas y didácticas respecto al tema interactivo y en cuanto al comunicativo se hace la traducción a la lengua de señas cómo también un sistema subtulado para así poder asegurar la educación inclusiva (Chaparro, 2019)

La herramienta de realidad virtual creada por (Chaparro, 2019) se hace mediante “Vuforia”. Este es un SDK que permite crear aplicaciones que se basan en la realidad aumentada; una aplicación que se desarrolle con Vuforia usa la pantalla del dispositivo como un “lente mágico” dónde los elementos del mundo real se entrelazan con elementos virtuales (cómo imágenes, letras, etc.). La cámara permite enseñar a través de la pantalla del dispositivo las vistas del mundo real, que se combinan con objetos virtuales como: imágenes, bloques de textos, modelos, etc., ofreciendo la siguiente experiencia:

- Reconocimiento de imágenes
- Reconocimiento de texto
- Rastreo robusto
- Detección y rastreo simultáneo de targets
- Detección rápida de los targets

Para el desarrollo del dispositivo de realidad virtual, se necesitó usar el Software SketchUp, el cual sirve para elaborar los modelos 3D, tales como el osciloscopio como también el generador de ondas. También se utilizó los manuales de los equipos “osciloscopio rigol DS1102E Mhz”, a su vez el generador de ondas “Scientific SM5030”. En lo que respecta a las imágenes o marcadores, en este caso los códigos QR, se diseñaron por medio de una página web que genera estos códigos, sitio dónde se especifican los parámetros de calidad y seguridad de la información. Posterior, estos marcadores se suben al SDK Vuforia, el cual se encarga de integrarlos y evaluar la calidad de la imagen. Una vez se tiene lo anterior, se trabajó en Unity PRO2017.3.1Fl, dado que esta versión facilita cargar los videos. Para elaborar los videos, se utilizó la cámara de un celular Moto C Plus. Se contaron con los servicios de un intérprete de lengua de señas que, junto a la colaboración de una persona con discapacidad auditiva, realizaron la traducción por medio de un diálogo que se elaboró previamente. Los videos se guardaron en formato MP4, y se lograron subtítular gracias a la aplicación de Windows “Bloc de notas” dónde se redactaron los diálogos y a su vez los tiempos de duración, para que posteriormente se guardarán como archivos SRT. Los archivos MP4 y SRT se unen gracias al software MKV Tools Nix, para que finalmente se guarde bajo la extensión MKV, dónde ya estaría el audio, el texto y la imagen. El problema es que Unity solo admite archivos MP4, por lo que se utiliza el software FormatFactory para hacer la conversión (Chaparro, 2019).

Otros estudios, han visto la oportunidad de utilizar la realidad mixta para facilitar la educación inclusiva, explicado en la siguiente imagen:

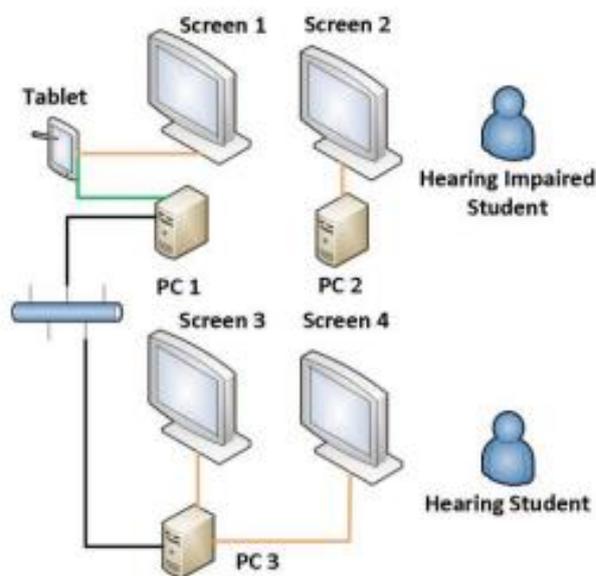


Figura 19. Conexión hardware de aplicativo traductor de lengua de señas (Luo et al., 2012)

La imagen anterior explica el funcionamiento del sistema. Enseñando la configuración del hardware del sistema de realidad mixta. En la parte del alumno oyente, la pantalla 4 enseña el video de la clase y la pantalla 3 da a ver la interfaz del usuario de la consola de asistencia. Un computador de doble pantalla PC3 es el que controla ambas pantallas. Este, se conecta por medio de la red al lado del estudiante que posee discapacidad auditiva. A su vez, al lado del estudiante con sordera, la pantalla 2 muestra la conferencia por medio de un video, el ordenador PC 2 es el que controla la pantalla 2. Por su parte, la pantalla 1 enseña el personaje virtual, la Tablet es la que maneja la pantalla 1. El PC 1 está conectado mediante la red y se interconecta con la Tablet por medio de USB. El PC 1 sirve de proxy de interfaz y de usuario para la tableta, dado que esta no posee conexión Ethernet (Luo et al., 2012)

Otro proyecto que se ha venido desarrollando en instituciones de educación es el de “Visualizando la Signoescritura”, el cual consiste en el desarrollo de una serie de herramientas que tienen como objetivo poder utilizar de forma efectiva la SignoEscritura en el mundo digital. Ese, es un sistema de transcripción de Lengua de Signos, la cual permite escribirla de forma icónica en forma de texto. La funcionalidad para desarrollar un proyecto como este es que se desarrolle un reconocedor automático de SignoEscritura que pueda entender los textos escritos en ella, lo que significa un proceso más sencillo que el reconocimiento de video, el cual a su

vez es más impreciso y complejo. La información que se logró extraer será de mucha utilidad, siendo una codificación abstracta de la lengua de señas, y que se utilizará de manera efectiva en el computador. Por otro lado, un avatar animado tridimensionalmente será el que representará los signos, permitiéndole al usuario entender y aprender de la SignoEscritura, así como también comunicar información de la LSE a personas que no conozcan el sistema (indra, s. f.)

De igual forma, otras aplicaciones convertirán dicha codificación en representaciones que logren ayudar a utilizar la SignoEscritura. Por una parte, una descripción en lenguaje sencilla describiré de una forma fácil de entender los movimientos y formas de movilizar las manos, ya sea para un sordo que no esté familiarizado con la SignoEscritura, como también para un oyente sin conocimientos de LSE (indra, s. f.)

El desarrollo del proyecto de SignoEscritura generará un impacto que mejorará la integración de las personas sordos-signantes en el mundo digital, cómo también en el mundo académico, laboral y personal, facilitando apoyarse con la tecnología para el uso de su lengua materna. El proyecto se piensa desarrollar de la siguiente manera:

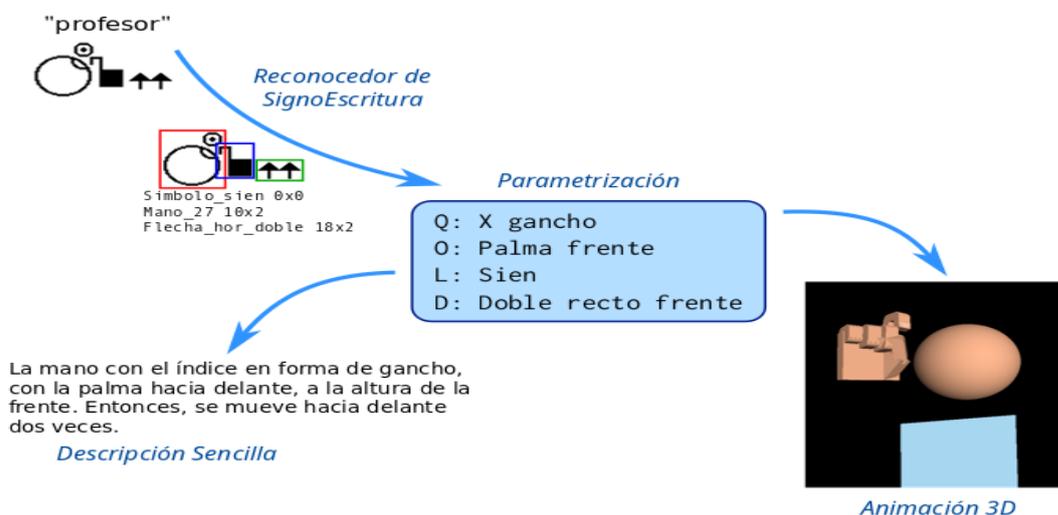


Figura 20. Desarrollo proyecto SignoEscritura (Indra, s. f.)

En el caso de Colombia, el país cuenta con una variedad de universidades catalogadas como centros de educación inclusiva, el cuál es el caso de la Universidad Sergio Arboleda, la cual apoya la inclusión desde el año 2013 con el fin de eliminar las barreras que hay con estudiantes víctimas del conflicto, de diferentes etnias o con problemas de discapacidad. Su estrategia consiste en el desarrollo de estrategias para poder identificar a la población, la transición, la permanencia y la vinculación laboral por medio de empleos y pasantías inclusivas. En cuanto a lo académico, ofrecen monitores, revisiones de estilo en la escritura de trabajo, apoyos del área de psicología y además cuenta con convenios con la secretaría de Educación., Tejido Humano, el Icetex, la Corporación Matamoros, el Ministerio de Defensa y CIREC, con el fin de dar becas a estudiantes de grupos priorizados. (INCI, 2018).

De lo anterior se deduce que trae grandes beneficios en cuanto al desarrollo cultural y social de la comunidad, sin embargo, las universidades deben de buscar otros métodos más efectivos para lograr la equidad necesaria. No se trata de brindar igualdad y dar la misma educación y mismos beneficios a personas sin discapacidades como aquellas que sí, se trata de hacer una valoración de las capacidades de cada uno, y lograr por medio de técnica so apoyándose en la tecnología, que aquellos que pertenecen a grupos que han sido marginados, logren las mismas capacidades y aptitudes de los que no.

5.3 Consideración de mejores soluciones

Con base en lo dicho anteriormente, se consideran relevantes las alternativas planteadas, destacando principalmente un cambio cultural de la población tanto civil, como directiva y docente para poder hacer parte de entornos inclusivos que hagan ameno el momento de las personas con discapacidad auditiva. Sin embargo, en búsqueda de la calidad y mayor efectividad de aprendizaje de las personas con comorbilidades de escucha, se hace necesario la implementación de tecnologías que agilicen la capacidad de aprendizaje y el desarrollo de actividades, generando mejoras en las aulas de clase y evitando que los profesores se les tome más tiempo impartir clase y que todos comprendan de lo que se está hablando.

En la época actual, se promueve el uso de la Tecnología Asistida como herramientas a disposición de las personas con discapacidad. Esto incluye brindar todos los recursos o

dispositivos que se utilizan para mantener, aumentar o mejorar la capacidad funcional de alguien que sea sordo en este caso. Los productos de apoyo tecnológico son entre otros la robótica, las tecnologías de Información y Comunicación o la ingeniería biomédica. Aunque parezca que estas traen grandes beneficios a las personas con discapacidad, la relevancia de su uso está dejando a la sociedad en general en desventaja a aquellos que no pueden tener acceso a estos recursos, debido a problemas económicos, socioculturales o por negligencia de las instituciones de educación, y en muchos casos por el desconocimiento de uso y miedo al cambio, aumentando así la exclusión, que genera un nuevo alfabetismo digital y dificulta el acceso a la comunicación, información y el conocimiento, situación que aumenta las condiciones de exclusión social (Carpio, 2012).

La metodología Kinect ha sido muy útil a la hora de pensar en tecnologías para fortalecer la educación inclusiva. Una Institución Educativa en Soledad -Atlántico desarrolló una app de escritorio a base de tecnología Kinect con el fin de que reconozca la lengua de señas colombianas para estudiantes pequeños de transición, fortaleciendo así el nuevo método de comunicación que deben de adquirir (Leal et al., 2016)

Esta tecnología basada en el uso del Kinect pasa por varias etapas. La primera consiste en el diseño y desarrollo de la app, usando la entrevista como el medio de recolección de requisitos, sabiendo cuales son las necesidades y expectativas que puede tener un niño con discapacidad auditiva, facilitando así la enseñanza de este. La entrevista se realizó a los docentes, estudiantes e intérpretes de la entidad de educación (Leal et al., 2016).

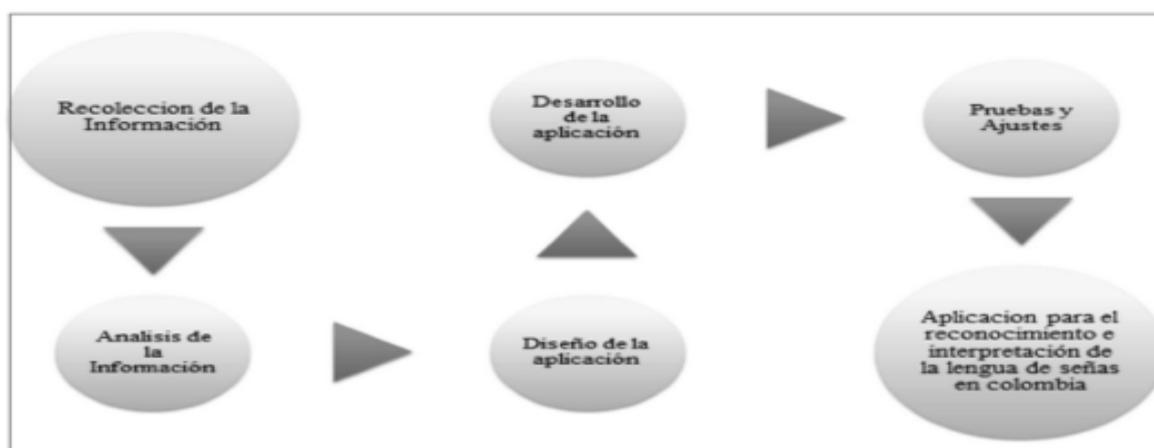


Figura 21. Etapa proyecto tecnológico basado en herramienta Kinect (Leal et al., 2016)

En la segunda etapa, se analiza con base a las respuestas si el proyecto es viable o no, consultando con los miembros de la entidad educativa la conveniencia de aplicar la tecnología para facilitar la comunicación de los niños con discapacidad auditiva y de esta forma reforzar su aprendizaje. En la tercera etapa se recolecta la información necesaria para crear la aplicación, determinando las partes y funciones que tendría la herramienta. La caracterización de señas quedaría de la siguiente manera:

Tabla 2. Categorías aplicación dispositivo Kinect

Categorías	Resultado
Letras (a, e, i, o, u, m, p, d, b)	24%
Saludos (Hola, adiós, ¿cómo estás?)	13%
Colores (Amarillo, azul, rojo)	13%
Miembros de la Familia (Mama, papa, hermano, tío)	11%
Números (1, 2, 3, 4, 5)	7%
Días de la semana (Lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)	7%
Meses (Enero, febrero, marzo)	7%

(Leal et al., 2016)

Una vez determinadas las características de la herramienta, se crea el diagrama de clases que enseña la información que se tiene del problema.

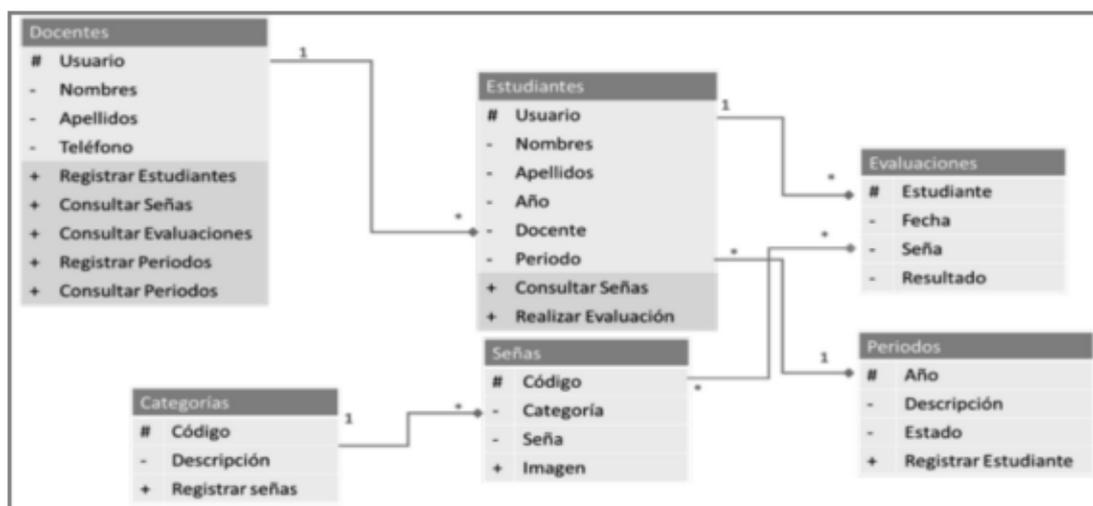


Figura 22. Diagrama aplicación (Leal et al., 2016)

Posteriormente se establece la secuencia del comportamiento de cada una de las partes de la herramienta. Acá se percibe la forma en cómo cada usuario interactúa con la app. Una vez se desarrolló, se hicieron pruebas para poder detectar fallas en el funcionamiento del sistema tecnológico Kinect, dónde se pueda reconocer e interpretar la lengua de señas para los estudiantes del grado de transición. Es así como se realizaron pruebas de integración, de sistema, unitarias, de instalación, de regresión, de funciones, análisis y usuarios, verificando de esta forma la funcionalidad y eficacia de cada parte de la aplicación (Leal et al., 2016)

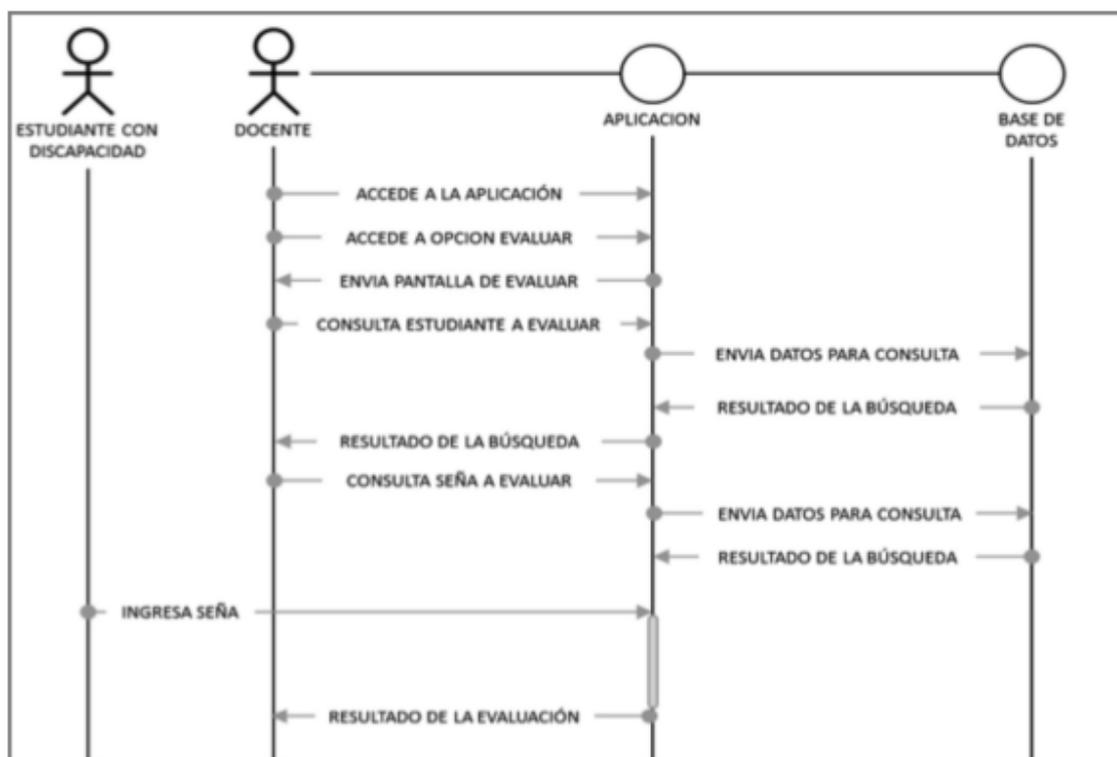


Figura 23. Diagrama de secuencia aplicación (Leal et al., 2016)

La última etapa de la aplicación basada en tecnología Kinect es la de pruebas y ajustes, en donde se realiza la verificación y corrección de errores hallados en los métodos, módulos, objetos y clases. Esto permite que se avance a la etapa de pruebas de validación de requerimientos, la cual se enfoca en las acciones que ejecuta el usuario además de las salidas del sistema que pueda este reconocer, sabiendo los requisitos funcionales y no funcionales hallados para comprobar la facilidad del sistema desarrollado, con lo que se quiere lograr la corrección de cualquier tipo de error (Leal et al., 2016).

El reconocimiento de voz moderno es el proceso de predecir la voz humana utilizando técnicas emergentes de inteligencia artificial. Se adopta ampliamente en aplicaciones en tiempo real para la verificación de identidad, y ayuda a personas sordomudas, siendo la predicción del flujo de proceso saliente y discriminativo en el proceso de reconocimiento de voz es la tarea más desafiante en la identificación de la voz (Prasath & Annapurani, 2022) proponen concentrarse en modelar un enfoque eficiente para predecir la voz utilizando enfoques de aprendizaje profundo e incluye cuatro fases esenciales: fase de adquisición de datos, fase de preprocesamiento de la voz de entrada, fase de segmentación de palabras y clasificación.

La imagen preprocesada luego se suministra a la fase de segmentación de palabras, donde las palabras de los datos de entrada se segmentan utilizando la segmentación Grab Cut. Finalmente, la clasificación se realizó con la Red Neuronal Recurrente (RNN) y la Red Neural Convolutiva (CNN) integradas. La integración se realiza para manejar los inconvenientes del modelo de clasificador único y aumentar la precisión de la predicción (Prasath & Panaiyappan, 2022)

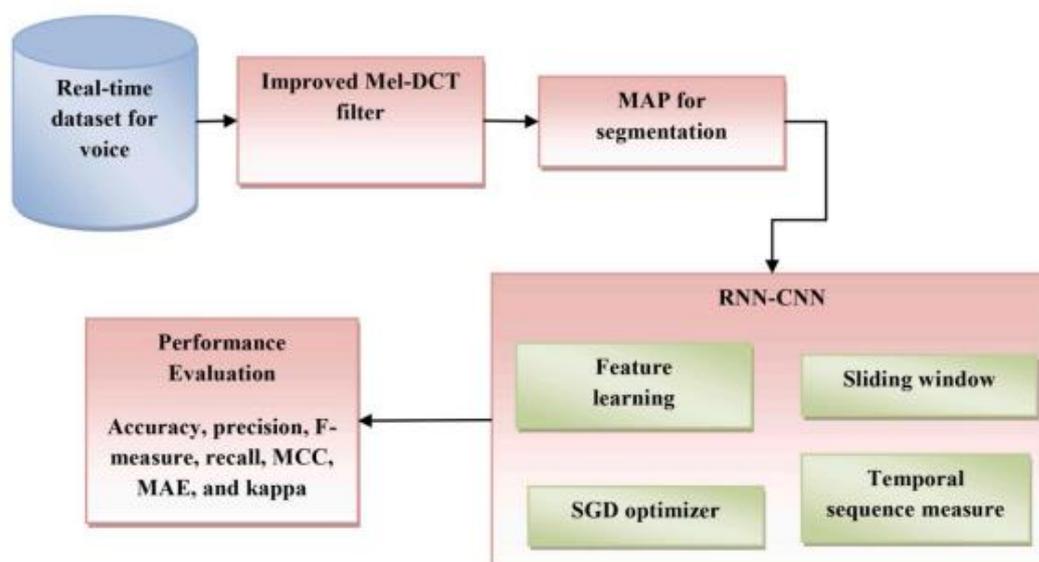


Figura 24. Diagrama de bloques del modelo R-CNN (Prasath & Panaiyappan, 2022)

El conjunto de datos se adquiere de los estándares en tiempo real y no es un conjunto de datos estándar o de referencia. Aunque se considera la restricción de la investigación, se logra de manera eficiente para los datos recopilados de muestras en tiempo real. El audio de

entrada debe clasificarse y, según el resultado del clasificador, debe predecirse el lenguaje de señas. El flujo de la metodología propuesta comienza desde la adquisición de datos de audio y el filtrado de ruido utilizando el modelo de filtro Mel-DCT. La probabilidad de los datos de entrada se proporciona utilizando el criterio de selección posterior máxima. Las características de entrada se analizan utilizando el modelo clasificador y la clasificación de desempeño de la entrada para reconocer el lenguaje de señas (Prasath & Panaiyappan, 2022)

El flujo de investigación incluye cuatro fases esenciales: adquisición de datos, procesamiento previo de la voz de entrada, segmentación de palabras y clasificación. Aquí, la simulación se realiza con el entorno MATLAB 2016b y se evalúan métricas como exactitud, precisión, puntuación F1, recuperación, coeficiente kappa, MAE y MCC para mostrar la importancia del modelo (Prasath & Panaiyappan, 2022)

La importancia de CNN se basa en su capacidad con el análisis de funciones. La CNN base funciona poderosamente con el proceso de detección con su poder discriminativo de representación de características que se logra automáticamente con una gran cantidad de datos de entrenamiento. Aquí, se ejerce un esfuerzo considerable para explicar el análisis de características y el rendimiento de CNN experimental y teóricamente. Se explica la necesidad de la activación no lineal para demostrar que las características detalladas y los métodos de visualización se reconstruyen con la entrada para ofrecer información sobre la función de activación. El éxito de CNN se basa en el desempeño dominante de CNN con menor escalabilidad con el número de clases aumentadas con una estructura de red más profunda. Aquí, CNN es una clase de FFNN con escasas características de conectividad. La actividad de las neuronas de la FFNN se realiza con uno o más valores de entrada, aplicando la transformación mediante pesos (kernel) y sesgos antes de proporcionar los resultados a las funciones de activación. Finalmente, la salida de predicción se proporciona con el conjunto complejo de transformaciones optimizadas a través del proceso de entrenamiento (Prasath & Panaiyappan, 2022)

Es la clase de red convolucional con capacidad de memoria a corto plazo. Funciona eficazmente con el procesamiento de datos de secuencia temporal. Puede procesar datos de secuencias temporales con el uso de neuronas en auto retroalimentación. Las neuronas aceptan la información de otras neuronas y aceptan su información de bucle. Considere una secuencia

de entrada, x_1 , $T = (x_1, x_2, \dots, x_t)$ donde los valores de actividad de las capas ocultas proporcionadas se expresan en la siguiente ecuación:

$$h_t = f(h_{t-1}, x_t)$$

Aquí, $h_0 = 0$ y $f(\cdot)$ es una función no lineal. Considere el vector x_t y RMR.M. como entrada de red en ese momento, el vector h_t y RDR.D. como estado oculto y h_t no está conectado con x_t (Prasath & Panaiyappan, 2022)

El rendimiento del modelo anticipado se simula en el entorno MATLAB 2020 utilizando una base de datos de voz en tiempo real registrada en idioma inglés. El ambiente de simulación es amigable, donde la ejecución se realiza en un procesador Intel i3 con 8 GB de RAM con un procesador de 1.5 Hz. La idea propuesta no requiere ninguna GPU de gama alta y la ejecución se realiza con la caja de herramientas de MATLAB. La evaluación se realiza con audio ruidoso y limpio para registrar la robustez del modelo frente al ruido. El conjunto de datos en tiempo real ofrece datos de voz para adquirir conocimiento acústico donde la base de datos construida se distribuye con NIST. Se utiliza ampliamente en el proceso de predicción y en varias aplicaciones en tiempo real basadas en el habla (Prasath & Panaiyappan, 2022).

El resultado numérico se concentra en evaluar las métricas de rendimiento para determinar si la predicción con los datos de entrada se logra con mayor precisión. La señal de entrada se procesa previamente y se basa en el audio clasificado, y se debe lograr la predicción del lenguaje de señas. El entorno de simulación ayuda a predecir la señal como transversal, superior y aislada. El proceso de predicción es un concepto de conversión y viceversa. El rendimiento del modelo anticipado se evalúa con varias métricas de rendimiento. Incluye precisión de predicción, donde TP especifica True Positive, es decir, el modelo predice la señal detectada a partir de la trama de voz; FN especifica Falso Negativo, es decir, el modelo indica el cuadro de voz como un cuadro de entrada sin voz. TN especifica Verdadero Negativo, donde el modelo indica la región de trama sorda como región sorda, y FP especifica Falso Positivo. El modelo predice la región del marco sordo como el marco sonoro (Prasath & Panaiyappan, 2022)

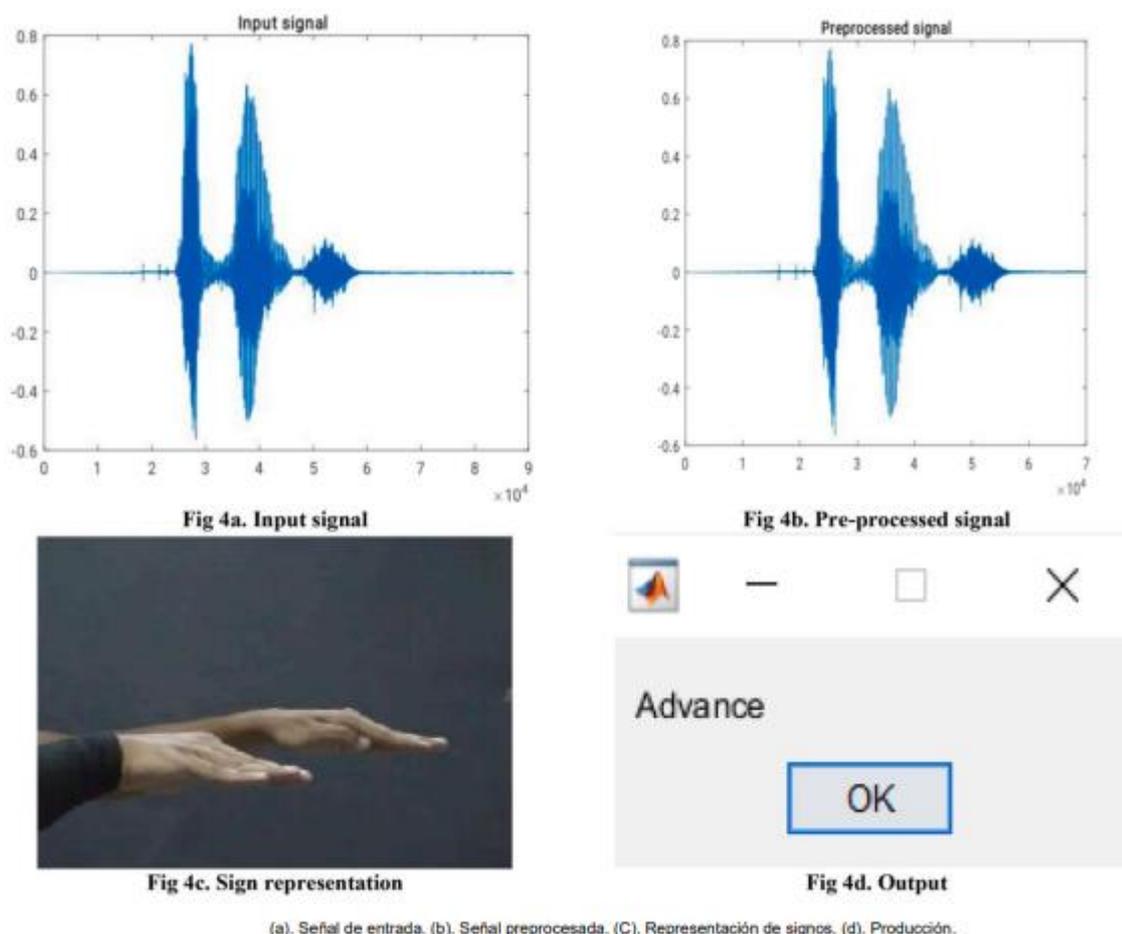


Figura 25. Modelo representación y entrada de señales (Prasath & Panaiyappan, 2022)

Entre los desarrollos que se han abordado en el presente informe, se ha hallado que muchos de ellos requieren de dispositivos que capten imágenes, facilitando así la comunicación de personas con discapacidad auditiva. Se han usado diferentes dispositivos para adquirir imágenes, los cuales incluyen cámara o cámara web, Kinect, guantes de datos y controlador de movimiento de salto. El más utilizado es la cámara web, dado que proporciona una natural y mejor interacción hombre-computadora, sin que haya necesidad de dispositivos, y siendo más económico para los usuarios. Los guantes de datos son muy precisos en cuanto a la adquisición de datos, pero resulta ser muy costoso. Por otro lado, el Kinect es muy utilizado y ha sido de mucha utilidad, proporcionando videos en color y logrando que el video de profundidad se transmita de forma simultánea, también separa de forma fácil el fondo de la imagen del letrero real y lograr extraer imágenes en 3D. Al igual que los guantes de datos, el problema del Kinect es que es demasiado costoso, dificultando su uso personal (Adeyanju et al., 2021)

Entre los dispositivos que se observan que pueden dar mejores soluciones para las personas sordas, son los dispositivos móviles. Estos, se han innovado a través de los años incontablemente, siendo más útiles para todo tipo de público. Su desarrollo ha inducido a la experimentación con mecanismos que fortalecen la creación de aplicaciones adaptativas, las cuáles se catalogan como tecnología asistida. Estas involucran propuestas de solución para dificultades de personas con discapacidad auditiva, mediante desarrollos que se basan en el análisis del habla, seguimiento de movimientos o reconocimiento de objetos, con el fin de describir la información que hay en el entorno (Montoto et al., s. f.)



Figura 26. Tecnología implicada en la producción de innovaciones (Montoto et al., s. f.)

Entre las alternativas existentes para aplicar a los celulares, se encuentran modelos de inteligencia artificial que sirven para el análisis del lenguaje, por medio de la implementación del modelo oculto de Márkov (HMM), máquina de vectores de soporte (SVM) o redes Bayesianas (BN), los cuales tienen como meta garantizar el reconocimiento del habla por medio de patrones (Montoto et al., s. f.)

Otra buena opción es usar el reconocimiento automático del habla mediante codificaciones que usan motores o integran aplicativos pensados en personas sordas, a través de una herramienta con la capacidad de entablar comunicación entre personas ciegas y sordas. La operatividad de la misma se asemeja a un salón de chat para el idioma norteamericano. Para poderlo lograr, se trabajó de forma específica con Microsoft.Net 3.5, se programó en C# y para el reconocimiento y síntesis usaron SAPI y sus bibliotecas en lo que respecta a software,

mientras en lo que refiere a hardware solo se necesitó un micrófono y una computadora (Montoto et al., s. f.)

Independientemente del dispositivo usado, captar la lengua de señas por medio de la visión es una alternativa muy relevante si se pretende mejorar la comunicación de personas con discapacidad auditiva, por lo que a continuación se enseña el modo de operar de las herramientas que utilizan estos dispositivos:

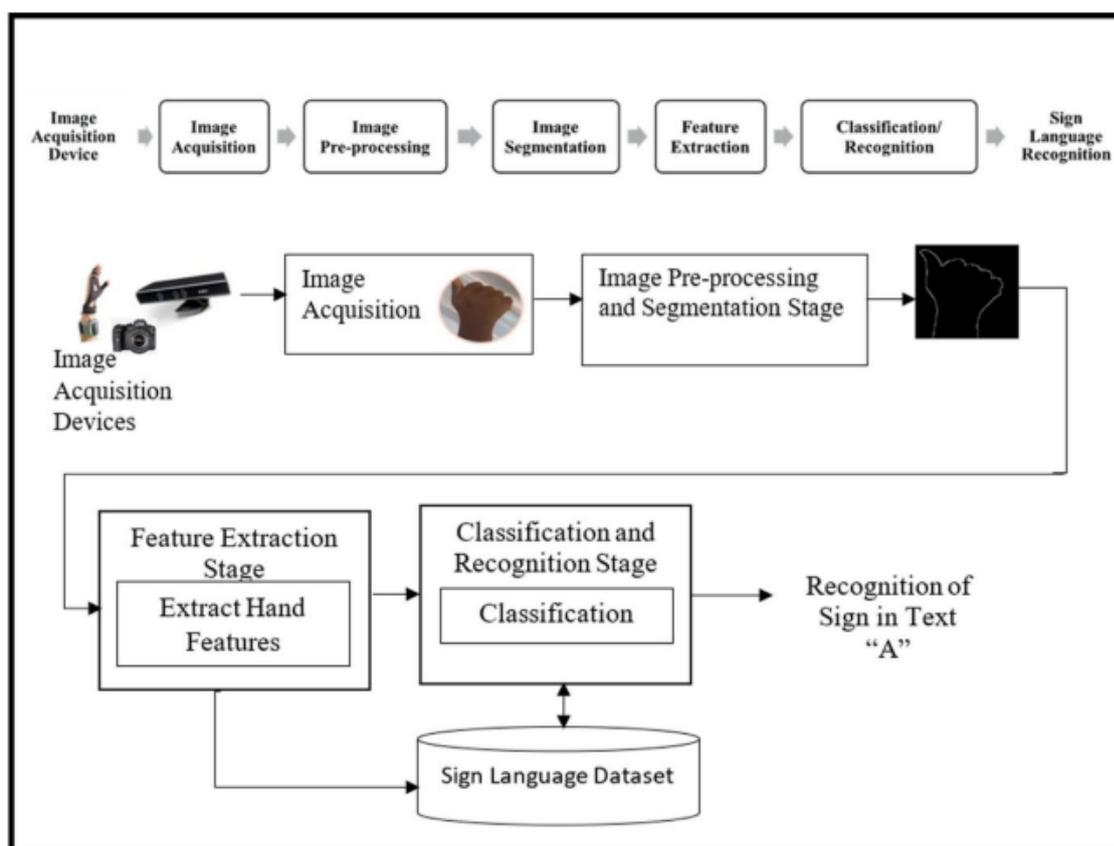


Figura 27. Arquitectura del reconocimiento de la lengua de señas basado en la visión (Adeyanju et al., 2021)

Por facilidad de uso y comodidad, una de las alternativas que se ven muy factibles para mejorar la comunicación de personas con discapacidad auditiva son los anteojos portátiles, los cuales están programados para reconocer gestos con las manos en lengua de señas que luego es interpretado en voz por medio de un micrófono que viene integrado y la voz hablada al usuario se recibe por un receptor de sonido que posteriormente lo traduce a la lengua de señas y lo enseña a forma de holograma en un lente del antejo. El artefacto permite características personalizadas como apagar el traductor de voz, modificar el nivel del volumen, funcionar con

dispositivos móviles, incluyendo las capacidades de bluetooth e indicadores de actividad (Nattress, 2019)

La traducción de videos de señas al lenguaje hablado ha sido un problema de aprendizaje por naturaleza. Dentro de la investigación de traducción de lenguaje de señas de forma neuronal se tiene como objetivo conocer la probabilidad condicional $p(x/y)$ de crear una oración en lenguaje hablado $y = (y_1, y_2, \dots, y_U)$ siendo U el número de palabras dado un video de señas $x = (x_1, x_2, \dots, x_T)$ siendo T el número de fotogramas. La labor no es fácil, dado que la cantidad de fotogramas que hay en un video de señas es mayor a la cantidad de palabras en su traducción al idioma hablado, (en otras palabras, $T > U$), adicionando, que la alineación entre las secuencias del lenguaje de señas y el hablado no es monótona y suele ser desconocida. Lo innovador sería que los mecanismos tradicionales de traducción funcionan con textos, mientras que este nuevo método las secuencias de origen son videos. Debido a esto, se propone combinar las CNN con codificadores-descodificadores basados en la atención para modelar la probabilidad condicional $p(x/y)$ (Cihan et al., 2018). Lo anterior dicho, se puede comprender mejor en la siguiente imagen:

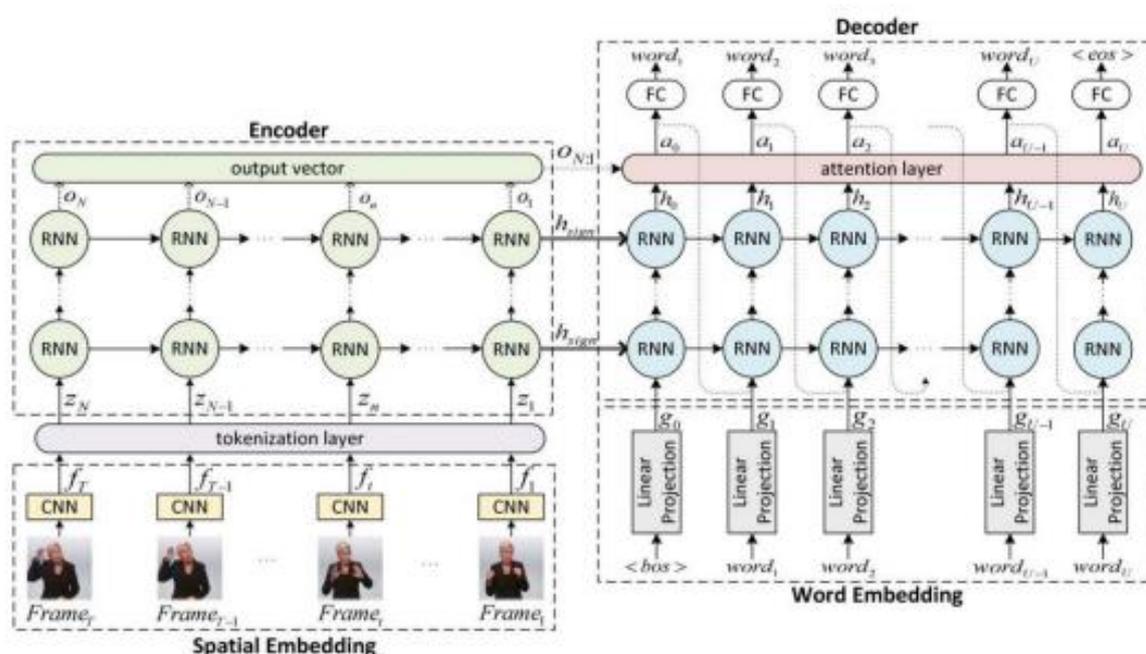


Figura 28. Proceso algorítmico captura de fotogramas (Cihan et al., 2018)

A diferencia de investigaciones que se hayan hecho anteriormente, la investigación realizada por (Cihan et al., 2018) propone dar una solución integral. Se tomó una máquina de traducción que trata a la lengua de señas como un lenguaje completamente independiente y proponer la traducción de la lengua de señas (TLS) en lugar del reconocimiento de la lengua de señas (RLS) cómo la eficiente ruta para facilitar la comunicación con los sordos. Para lograr NMT a partir de lengua de señas, se emplea CNN basada una incrustación espacial, algunos métodos de tokenización, incluidos híbridos RNN-HMM de última generación y redes de codificador-descodificador que se basan en la atención para aprender conjuntamente a reconocer, alinear y traducir videos de señas a texto hablado. Para lograr la evaluación del enfoque, se recopiló el primer conjunto de datos de traducción continua de la lengua de señas PHOENIX14T, que está disponible públicamente. (Cihan et al., 2018).

Una de las mayores ventajas que posee la época actual en pro de las personas con discapacidad auditiva, es la facilidad de uso de herramientas digitales y la interconectividad que hay entre jóvenes y sociedad en general. Actualmente las comunidades se encuentran hiperconectadas, y cada día desarrollan competencias gracias a que están inmersas en el mundo tecnológico. Es por esto por lo que se hace necesario aprovechar estas áreas de oportunidad. Sin embargo, a muchas instituciones de educación les falta que los docentes logren la conjunción de las tecnologías más las metodologías que les permita alcanzar el denominado TAC "Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento". Esto comprendiendo que las TIC no son solo tecnología, sino lo que las personas pueden hacer con ellas; las TAC no simplemente hacen referencia a poder y saber utilizar una aplicación o herramienta, sino que contribuyen a guiar a las TIC hacia marcos más formativos y educativos, en este caso, a ambientes de clase inclusivos. (Bravo et al., 2019).

Dentro de la tecnología utilizada para que las personas con discapacidad auditiva puedan ver información en lengua de señas, está el software SiMAX. Este traduce el texto hablado o escrito a la lengua de señas, dónde la traducción se hace por medio de un avatar digital animado, además, de que el sistema utiliza una base de datos de aprendizaje donde se almacenan todas las traducciones previas. La traducción se observa mediante un videoclip interactivo que se puede incrustar en otro video o en un video independiente, en el que el equipo de producción los diseña con base en las ideas del cliente (SiMAX, s. f.). Esta herramienta se ve muy factible

para el uso docente, el cuál puede enviar los textos a la aplicación y esta le enseñara de forma dinámica al estudiante el tema tratado.

Así mismo, hay páginas web muy útiles desarrollar sistemas de traducción que faciliten la comunicación y comprensión de personas sordas, como lo es “Streamer”, el cual requiere de una suscripción y subtitula voz a texto en tiempo real, adecuado para discursos, desarrollo de actividades en aulas de clase o seminarios web. Esta página puede funcionar en cualquier dispositivo que tenga conexión a internet; en cuanto al área de clases, es que el profesor utilice un micrófono inalámbrico que se conecta a una computadora en la que se haya iniciado sesión en Streamer, de esta forma, los estudiantes inician sesión virtual para poder ver los subtítulos en vivo (SpeechGear, 2018)

Es importante comprender, que pese al constante desarrollo de tecnologías y nuevas herramientas que faciliten el aprendizaje de una persona sorda, la transmisión de conocimiento por parte del docente, y la comunicación por parte de toda la comunidad académica, esto no tiene ningún sentido si el uso por parte de las personas no es eficiente. Antes de que las universidades implementen guías o nuevos mecanismos inclusivos basados en herramientas tecnológicas, es importante enseñar y preparar a docentes y estudiantes, para que se integren a los programas y conozcan como debe de ser el adecuado uso de los aplicativos, dado que, por el contrario, lo que se obtendrá como resultado es ambientes de clases hostiles, lentos, poco eficientes y engorrosos por parte de los participantes, dificultando y perjudicando más, a todos los implicados.

6 Análisis bibliométrico y cienciométrico

6.1 Objetivo

Realizar un estudio de vigilancia estratégica para el análisis cuantitativo y cualitativo, enfocado al estudio de la producción científica y académica alrededor del área de tecnologías de inclusión para personas con discapacidad auditiva, con el fin de definir estrategias y metodologías que fomenten la educación inclusiva en las universidades a partir del uso de la tecnología.

6.2 Alcance

Realizar un análisis de tipo bibliométrico y cienciométrico, para el análisis cuantitativo y cualitativo, que permita identificar cuáles son las tecnologías aplicadas en las universidades para la formación de la población con discapacidad auditiva.

6.3 Metodología general

6.3.1 Metodología de búsqueda

La ciencimetría y bibliometría son las herramientas usadas para el análisis cuantitativo de la producción científica y académica, cuyo objetivo es evidenciar las tendencias en temáticas de investigación de un interés en particular. La metodología empleada en el siguiente estudio consistió en las siguientes etapas:

- **Recuperación.** En el desarrollo de esta fase, se escogieron las bases de datos Scopus y Web Of Science, ya que se emplean como referentes para la medición de la producción científica del mundo en diferentes áreas. La etapa de búsqueda estuvo orientada al análisis de los temas concernientes a las tecnologías de inclusión utilizadas en la formación académica de la población con discapacidad auditiva.

Posteriormente, se construyó la ecuación de búsqueda empleando operadores booleanos y de proximidad (ver ecuación de búsqueda), empleando como horizonte de tiempo los últimos cinco años, 2018 a 2022.

- **Migración.** Se realizó la descarga de los resultados de las búsquedas de la base de datos Scopus en formato CSV con el objetivo de visualizarlos de manera gráfica. Para el análisis de palabras clave se utilizaron los resultados de búsqueda en formato CSV, se seleccionaron de los artículos las palabras clave indexadas y se organizaron en columnas con el objetivo de verificar la coocurrencia de estas. Se hizo una depuración de las palabras clave que no estuvieran relacionadas con las temáticas. Igual que en la depuración de palabras clave, se realizó una revisión de los títulos y resúmenes de los artículos para verificar la pertinencia de estos con las temáticas estudiadas.

- **Análisis.** Para la etapa de análisis se tuvo en cuenta los diversos indicadores cuantitativos para verificar el nivel de producción científica en nuestro tema de interés del presente estudio, tales como: número de publicaciones por año, principales autores, número de citas, instituciones, revistas, países, entre otros como se muestra en el desarrollo del análisis de cada temática. Se tuvo en cuenta para el estudio el top 10 de los resultados de los indicadores.

- **Interpretación.** Al contextualizar e interpretar los resultados, se pueden determinar tendencias de investigación, representando los impactos relacionados con grupos de investigación, instituciones, regiones, países, disciplinas o campos de conocimiento o modelos de investigación, así como comparaciones teóricas, metodológicas o sociales (Michán & Muñoz-Velasco, 2013).

6.3.2 Ecuación de búsqueda

(Hearing Impairment) AND (Deaf OR Inclusive education OR Assistive technologies OR sign language OR Machine translation OR Sign language recognition OR Deep Learning OR Hand gesture recognition OR Artificial intelligence OR cognitive technologies OR Machine Learning OR Augmented Reality).

6.4 Producción académica por año

Los datos recopilados en las bases de datos entre los años 2018 a 2022 como se muestra en la Figura, muestra una producción tendiente a la baja de artículos sobre esta temática.

En el año 2018 encontramos 115 producciones a lo largo del mismo. En el año 2019 encontramos 64 producciones a lo largo del año. En el año 2020 encontramos 34 producciones a lo largo del año. En el año 2021 encontramos 16 producciones a lo largo del año. En el año en curso se logra observar el pico más bajo en cuanto a publicaciones llegando a un total de solo 4. Esto muy posiblemente debido a la fenómeno de pandemia sufrido a nivel mundial.

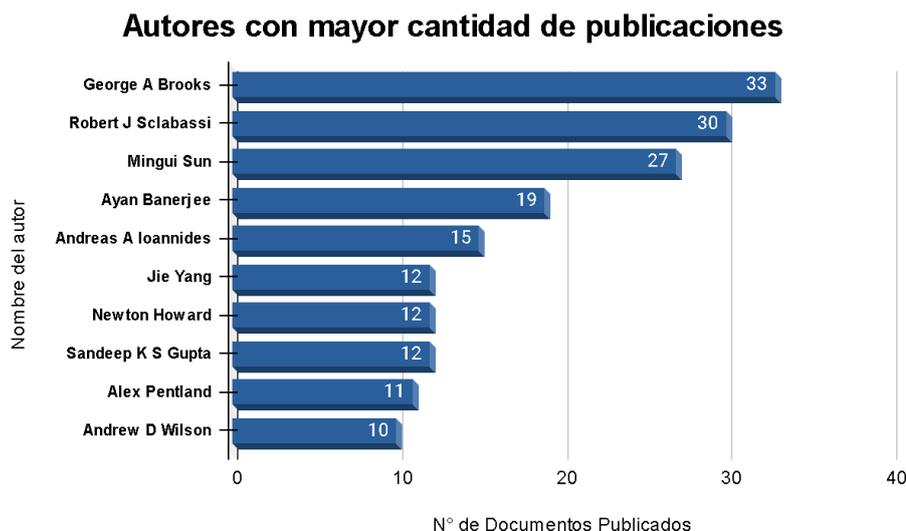


Gráfica 2. Producción académica por año. Fuente: elaboración propia a partir de Lens (2022)

6.5 Autores con mayor cantidad de publicaciones

En cuanto a los autores que han trabajado textos sobre la educación para personas con discapacidad auditiva y han propuesto algunas alternativas, los que tienen un mayor número de publicaciones se encuentran a continuación. El autor con mayor número de textos publicados es George A Brooks, con un total de 33 publicaciones, seguido de Robert J Sclabassi

con 30 publicaciones, Mingui Sun con 27 publicaciones, Ayan Banerjee con 19 publicaciones, Andreas A Ioannides con 15 publicaciones, Jie Yang, Newton Howard, Sandeep K S Gupta cada uno con 12 publicaciones, Alex Pentland con 11 publicaciones y por último Andrew D Wilson con 10 publicaciones.



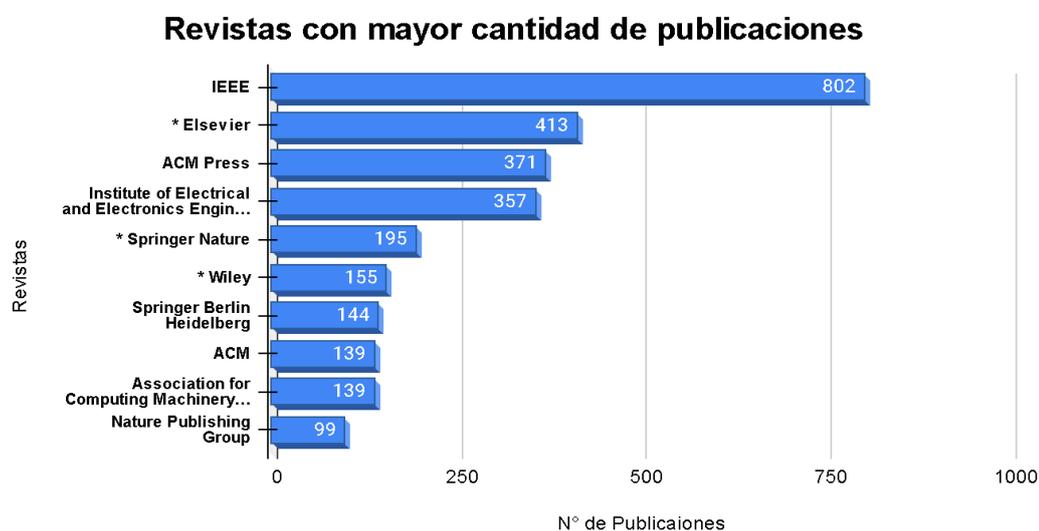
Gráfica 3. Autores con mayor cantidad de publicaciones. Fuente: elaboración propia a partir de Lens (2022)

6.6 Revistas con mayor cantidad de publicaciones

En cuanto a las revistas con mayor cantidad de publicaciones acerca de la educación y la inclusión de personas con discapacidad auditiva dentro de distintos medios y las posibilidades tecnológicas existentes, a continuación, la gráfica resume la cantidad de publicaciones que reúne cada revista, entre aspectos importantes a señalar el enfoque documental de los textos publicados en estas revistas, cubre aspectos tecnológicos, médicos, biológicos, educativos, etc.

Se resalta la producción académica de la IEEE con un total de 802 producciones, seguida de la Elsevier con 413 producciones, ACM Press con 371 publicaciones, el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) con 357 publicaciones, Springer Nature con 195 publicaciones, Wiley con 155 publicaciones, Springer Berlin Heidelberg con 144

publicaciones, ACM y Association for Computing Machinery (ACM) con 139 publicaciones cada uno y por último Nature Publishing Group con un total de 99 publicaciones.



Gráfica 4. Revistas con mayor cantidad de publicaciones. Fuente: elaboración propia a partir de Lens (2022)

6.7 Afiliación de los autores

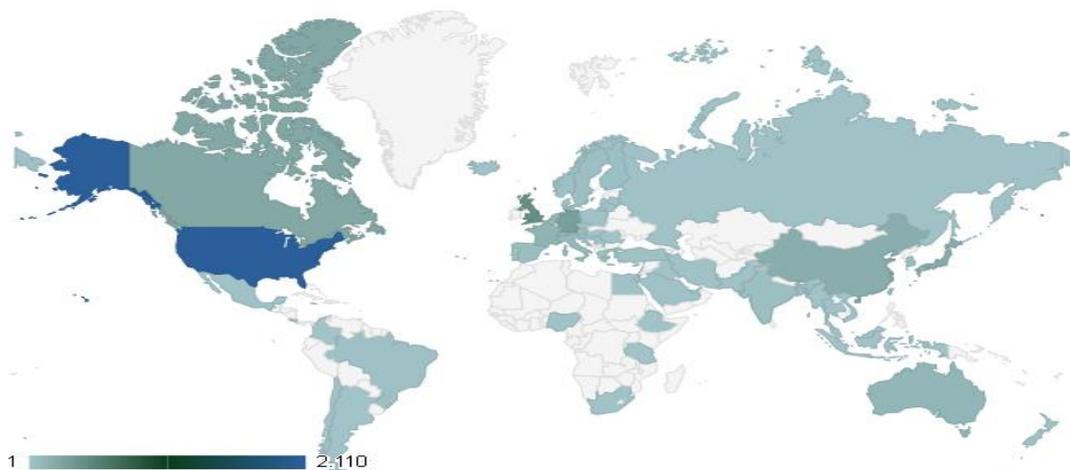
En cuanto a los autores de las publicaciones previamente descrita, se encuentran a continuación, las instituciones o empresas a los cuales se encuentran afiliados los autores, lo cual de cierta manera explica el enfoque de muchos textos, dado que no solo se incluyen universidades, sino corporaciones desarrolladoras de tecnología, hardware y software. Cada pestaña indica el número de afiliados a cada institución. Como entidades líderes de esta temática tenemos a Microsoft y el Instituto Tecnológico de Massachusetts con 140 autores afiliados cada uno.

 microsoft 140	 Instituto de Tec... 140	 Universidad de ... 130	 Universidad St... 96	 universidad de ... 80
 Universidad de ... 69	 Universidad He... 67	 Universidad de ... 64	 IBM 51	 Universidad de ... 47
 Instituto de Tec... 44	 Universidad de ... 42	 Universidad de ... 42	 Universidad de ... 41	 Universidad de ... 40

Figura 29. Afiliación de los autores. Fuente: tomado de <https://www.lens.org/>

6.8 Países con mayor cantidad de publicaciones

En la Figura se pueden observar los países con mayor número de artículos relacionados con la discapacidad auditiva, esta lista es lidera por Estados Unidos con un total de 2110, seguido de Reino Unido con 398; Alemania con 280, Canadá con 219 y China con 175.

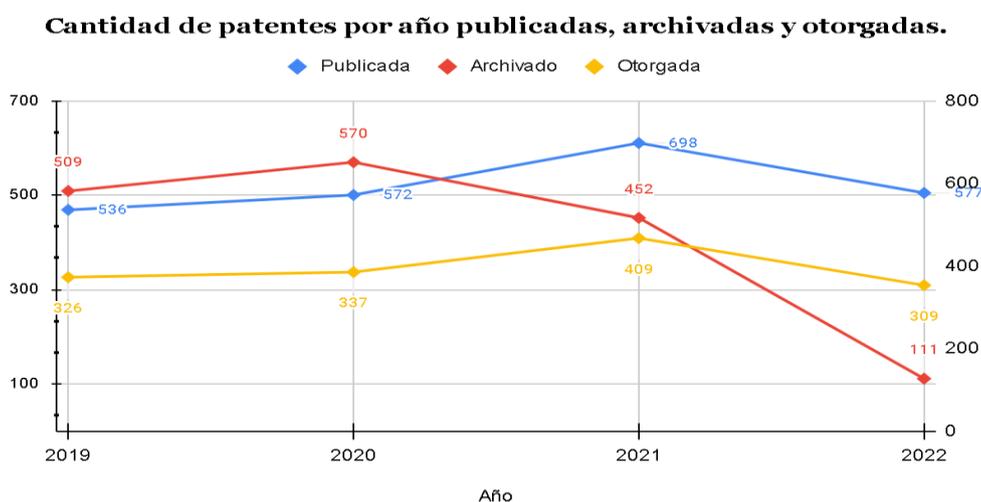


Gráfica 5. Países con mayor cantidad de publicaciones. Fuente: elaboración propia a partir de Lens (2022)

7 Análisis tecnológico

7.1 Patentes por año

En cuanto al número de patentes existentes en esta área y la cantidad de aceptaciones y publicaciones de estas por año, encontramos que; para el año 2019 no hay una diferencia notable entre el número de patentes publicadas, contra el número de patentes archivadas, pero si encontramos una baja en el número de patentes otorgadas. Para el año 2020 el número de patentes otorgadas presenta una diferencia notoria contra el número de patentes archivadas y publicadas, reduciéndose a un poco más de la mitad. Para el año 2021 encontramos un pequeño aumento en las patentes otorgadas comparado con los años anteriores, entre las patentes publicadas y archivadas hay una diferencia algo significativa. Ya para nuestro último año 2022 encontramos que las patentes otorgadas teniendo en cuenta los años anteriores presenta una baja.



Gráfica 6. Cantidad de patentes por año publicadas, archivadas y otorgadas. Fuente: elaboración propia a partir de Lens (2022)

7.2 Principales participantes

En cuanto a los principales solicitantes tenemos a diversas instituciones o empresas destacando a Apple INC con 192 afiliaciones, seguido en la lista Lyren Philip Scott con 166 afiliaciones, Orcam Technologies LTD con 138 afiliaciones, Norris Glen A con 117 afiliaciones, Magic Leap INC con 76, Microsoft Technology Licensing LLC con 75, Intel Corp con 71, Lg Electronics INC con 52, Armaments Res Company INC con 39 y por último IBM con 36 afiliaciones.

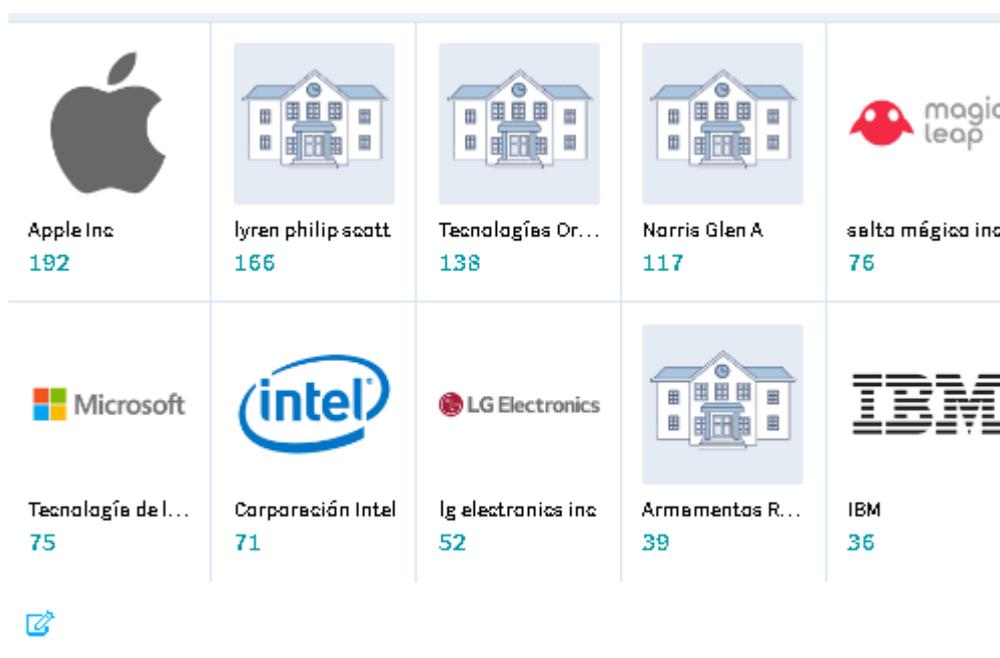


Figura 30. Principales solicitantes. Fuente: tomado de <https://www.lens.org/>

7.3 Principales propietarios

Toda vez que los inventos han tomado forma y se ha probado su efectividad, algunas de las marcas o empresas que se han apropiado mayormente de estos recursos, para difundir esta tecnología se resumen a continuación. La empresa que mayor número de patentes agrupada bajo la categoría de esta temática esta Orcam Technologies LTD con un total de 106 patentes, cabe aclarar que este número de activos no solo cubre elementos físicos, sino a su vez softwares

que sirven en los procesos de traducción y representación del lenguaje de señas, entre otras cosas.



Figura 31. Principales propietarios. Fuente: tomado de <https://www.lens.org/>

7.4 Patentes por países

En la gráfica podemos observar que el país que predomina con número de artículos relacionados con discapacidad auditiva es Estados Unidos con un total de 2269 patentes.

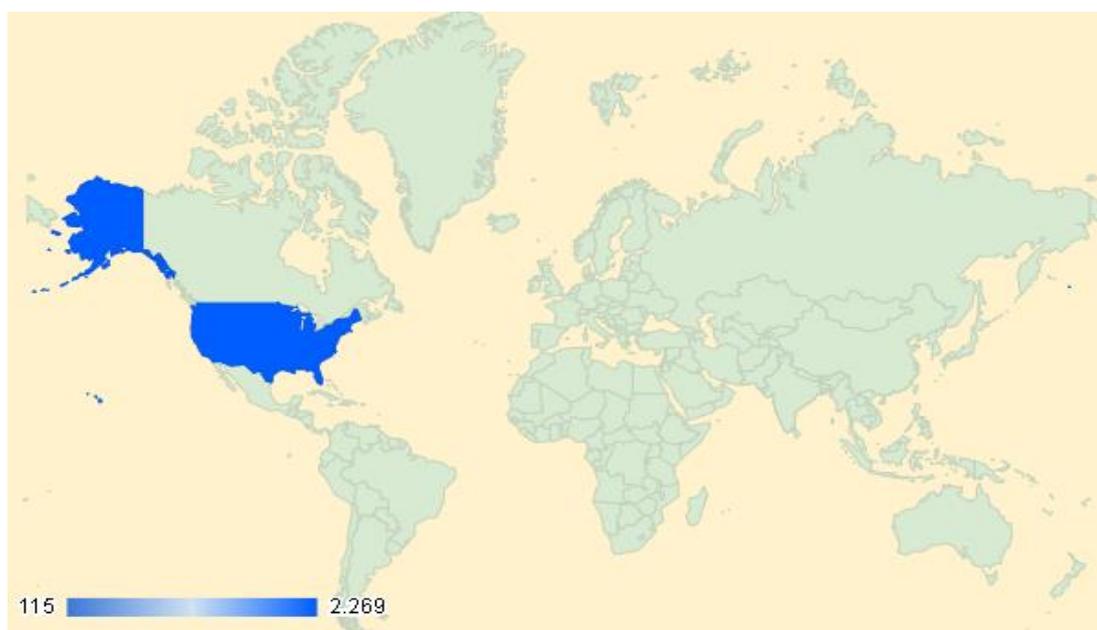
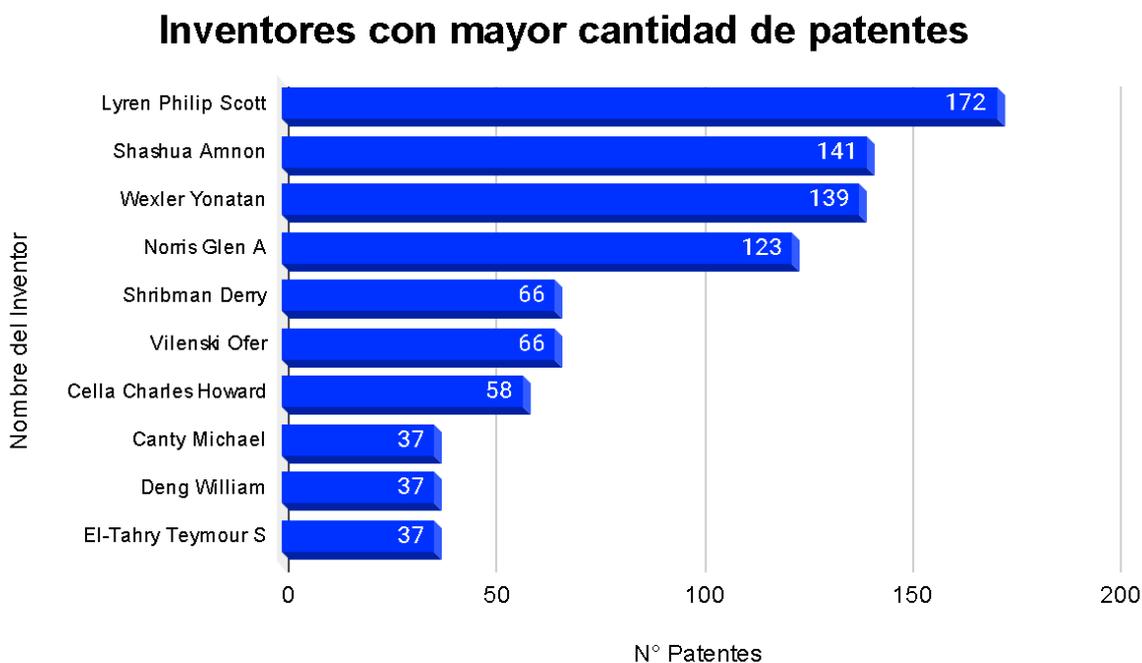


Figura 32. Patentes por países. Fuente: elaboración propia a partir de Lens (2022)

7.5 Inventores principales

En cuanto a las propuestas técnicas y tecnológicas que se han materializado en distintos elementos que buscan mejorar la calidad y participación de las personas con discapacidad auditiva dentro de las aulas de clases, la siguiente gráfica resume algunos inventores principales y su registro documental en el que cubren su investigación y sientan las bases técnicas de sus inventos. El registro documental mínimo registrado es de 37 documentos y 3 autores con la misma posición, y el registro más alto cubre 172 documentos pertenecientes a Lyren Philip Scott.



Gráfica 7. Inventores con mayor cantidad de patentes. Fuente: elaboración propia a partir de Lens (2022)

8 Conclusiones

La discapacidad auditiva es una condición que genera grandes afectaciones a las personas para su desarrollo social, debido a las dificultades de comunicación que les impide participar de forma asertiva en actividades sociales y a su vez en actividades académicas y laborales. En cuanto al entorno académico, las personas sordas presentan grandes vacíos educativos, debido a mecanismos ineficientes establecidos por colegios y universidades que evitan la oportuna comprensión estudiante-profesor y viceversa, agregando también la situación con demás compañeros, donde pese a que el gobierno promueva la educación inclusiva, la convivencia en las aulas de clase entre estudiantes comunes y aquellos con algún tipo de discapacidad suele ser hostil.

En este orden de ideas, la tecnología toma un papel importante para facilitar la educación inclusiva y la comunicación entre personas sordas con profesores y compañeros. La tecnología permite a las personas con discapacidad auditiva puedan adquirir conocimientos, convivir e interactuar con otras personas, la cultura, el arte, las tradiciones, las creencias y la historia.

El surgimiento de tecnologías inclusivas y productos habilitados por la tecnología facilita las tareas y el trabajo diario de las personas con discapacidad. La robotización y la digitalización tienen un gran potencial para derribar barreras de discriminación basadas en variables como la fuerza física, la inercia o el rol que tradicionalmente han desfavorecido a las personas con discapacidad. Además, las nuevas tecnologías han mejorado la calidad de vida general de las personas con discapacidad.

La tecnología además de generar un impacto positivo en las personas sordas para que puedan acceder a la educación, los avances tecnológicos también facilitan la participación de las personas con discapacidad en las actividades diarias, contribuyendo muy positivamente a reducir su dependencia y aumentar su autonomía e independencia.

La problemática que surge con las tecnologías inclusivas es que muchas de ellas tienen costos muy elevados para que un estudiante pueda adquirirlos, o a su vez, requieren el cableado

y demás materiales que dificultan el uso y la movilidad de estos. En el caso de las universidades, los costos de accesibilidad y lo engorroso de uso es lo que más imposibilita la adquisición de este tipo de herramientas digitales.

A parte de los costos de adquisición o dificultad de uso, es importante que las entidades de educación en caso de adquirir alguna de la tecnología hallada en el presente informe, realice programas de capacitación a profesores y docentes, dado que el compromiso de la entidad y su comunidad participante es vital para dar garantía a la educación inclusiva.

Se halla que las universidades tienen 3 alternativas para poder promover la educación inclusiva. En primera, contar con un departamento de Investigación y Desarrollo el cual tenga programadores que puedan desarrollar herramientas digitales inclusivas, como plataformas e-learning, en las cuales se generen fotogramas de un traductor de señas y que a su vez se cree un avatar que sea capaz de identificar las palabras dichas por el profesor en el aula de clase y traduzca en lengua de señas a los estudiantes con sordera.

La otra opción que se recomienda a las universidades es comprar softwares o licencias siempre y cuando estas tengan capacidad monetaria, es adquirir softwares como SIMAX, el cual requiere que todas las aulas tengan internet donde se conectaría el ordenador al televisor, y por medio del software, el avatar traduciría lo dicho por el profesor a los estudiantes en lengua de señas. Así mismo y más económicos se recomienda el software STREAMER, el cual facilita la educación virtual, donde por su adquisición, habrá un avatar dinámico que traduciría las web conferencias y clases dadas por el profesor.

Finalmente, se recomiendan aplicaciones gratuitas que ya son de uso no solo para estudiantes con problemas de sordera, si no para la comunidad educativa en general. Uno de ellos es VerbaVoice, el cual permite que el estudiante se conecte en el salón de clase o en clases virtuales y las palabras dichas por compañeros o el profesor sean subtituladas, para que este pueda leer y no perder el hilo conductor de la sesión. También, las plataformas Kahoot y Educaplay consideradas Aulas Virtuales de Aprendizaje, las cuales son plataformas dinámicas que facilitan el desarrollo de actividades virtuales, tener un calendario académico, revisar tareas y clase y programar tiempos de entrega; por este medio, el estudiante sordo podrá leer y chatear con compañeros y profesor para estar al día en sus funciones académicas.

9 Bibliografía

- Ability Connect. (2021). *Ability Connect. Comunicación y visualización en tiempo real* [Ability Connect]. <https://abilityconnect.ua.es/#:~:text=Ability%20Connect%20es%20una%20aplicaci%C3%B3n,la%20integraci%C3%B3n%20de%20estudiantes%20con>
- Adeyanju, Bello, & Adegboye. (2021, noviembre 16). Machine learning methods for sign language recognition: A critical review and analysis. *Elsevier*. <https://www-sciencedirect-com.udea.lookproxy.com/science/article/pii/S2667305321000454>
- Agredo, Díaz, & Grisales. (2014). *Prácticas culturales y su influencia en el rendimiento académico*. 176-193.
- Alain, L., & Vejarano, R. (2016). Alternativas tecnológicas para mejorar la comunicación de personas con discapacidad auditiva en la educación superior panameña. *Creative commons*.
- Aparecido, C., Martins, R., Pereira, M., & Magalhaes, J. (2021). *Alert systems to hearing - impaired people: A systematic review*. file:///C:/Users/Asus/Downloads/Dim2022_Article_AlertSystemsToHearing-impaired.pdf
- Arellano, R. (2022). *Biblioteca de java para el desarrollo de interfaces gestuales con las manos utilizando LeanMotion*. División de estudios de posgrado e investigación.
- Atehortúa, Y., & León, A. (2016). *Herramientas TIC para el acceso de las personas en situación de discapacidad a la educación superior*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/81e79707-914e-4b49-9e47-308ab97d58d5/content>
- Avella, E. (2015, junio 10). A Colombia le falta inclusión en la educación superior. *Cerosetenta*. <https://cerosetenta.uniandes.edu.co/a-colombia-le-falta-inclusion-en-la-educacion-superior/>
- Bálan. (s. f.). *Integrated use of the ICT theory and methodology in the case of students with disability*. 62-68.

- Basantes, A., Guerra, F., Naranjo, M., & Ibadango, D. (2018). *Los lectores de pantalla: Herramientas tecnológicas para la Inclusión Educativa de personas no videntes*. 81-90.
- Bravo, B., Mendieta, R., & Azpilicueta, J. (2019). *Tecnologías para la inclusión educativa de las personas sordas en la normal Cuautla. Morelos, México*. Escuela Normal Urbana Federal Cuautla.
- Camargo, J., & Giraldo, R. (2019). *Aplicación basada en entorno 3D y sensor LEAP MOTION para la enseñanza de palabras clave en lenguaje de señas en Chía—Cundinamarca*. Universidad de Cundinamarca Extensión Chía. https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2922/Doc_Aplicaci%C3%B3n_LSC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carpio, M. de los Á. (2012). La tecnología asistiva como disciplina para la atención pedagógica de personas con discapacidad intelectual. *Actualidades investigativas en educación*, 12, 1-27.
- Centro de Relevo Colombia. (2022). Servicio Relevo de Llamadas. *Centro de Relevo Colombia*. <https://centroderelevo.gov.co/632/w3-propertyvalue-15253.html>
- Chaparro, J. J. (2019). *Aplicación de realidad virtual orientada a la población sorda para el uso de equipos del laboratorio de electrónica de la UDFT*. Universidad distrital Francisco José de Caldas.
- Cihan, N., Hadfield, S., Koller, O., Ney, H., & Bowden, R. (2018). Neural Sign Language Translation. *Conference on Computer Vision Pattern Recognition*.
- Clasificación de Tipo de Discapacidad*. (s. f.).
- Definición y clasificación de la discapacidad | UNICEF*. (2019, junio 3). <https://www.unicef.org/lac/informes/definici%C3%B3n-y-clasificaci%C3%B3n-de-la-discapacidad>
- Discapacidad*. (s. f.). Recuperado 18 de abril de 2023, de <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion-social/Discapacidad/Paginas/DisCAPACIDAD.aspx>

- Dos Santos, E. (2020, junio 22). Tecnología de asistencia en el campo educativo para el estudiante sordo. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*.
<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacion-es/estudiante-sordo>
- Fenascol. (2022). *SERVIR*. <https://fenascol.org.co/servicios-incluyentes/servir/>
- Fernández, J., & Parreño, J. (2017). *Innovación en tecnologías accesibles*. *Ability Connect*. Jornada tecnologías accesibles y productos de apoyo.
<https://web.ua.es/es/cae/documentos/noticias/2017/ability-connect-eventos-accesibles-pepi-parren-o-y-jose-maria-fernandez.pdf>
- Gata, M. (2018). *Sinflab, puntera en avances de traducción en lengua de signos*.
- Gil, I. (s. f.). *Las nuevas tecnologías al servicio de la discapacidad*.
<https://fundacionadecco.org/azimut/las-nuevas-tecnologias-al-servicio-de-la-discapacidad/>
- Hernández, C., Márquez, H., & Martínez, F. (2015a). Propuesta Tecnológica para el Mejoramiento de la Educación y la Inclusión Social en los Niños Sordos. *Formación universitaria*, 8(6), 107-120. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000600013>
- Hernández, C., Márquez, H., & Martínez, F. (2015b). *Propuesta tecnológica para el mejoramiento de la Educación y la Inclusión Social en los niños sordos*.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062015000600013
- Hincapié, D., Hincapié, S., & Duryea, I. (2020). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo, 2020, América Latina y el Caribe: Inclusión y educación: Todos y todas sin excepción*. UNESCO.
- INCI. (2018, mayo 30). *El INCI hizo un reconocimiento a 22 universidades inclusivas del país*.
- IncluD-ed. (2012). *Buenas prácticas en educación inclusiva y discapacidad en Europa*. Fondo Social Europeo.
- INDECOPI. (2020). *Tecnologías para personas con discapacidad auditiva*. Lima.
<https://www.patenta.pe/documents/2487468/2487652/RET+PRODUCTOS+PARA+PERSONAS+CON+DISCAPACIDAD+AUDITIVA%2C+VISUAL+Y+DEL+HABLA+%282%29.pdf/a8fbfee1-4bd7-2bbc-f1d1-a334f59d28ad>
- indra. (s. f.). Proyecto SignoEscritura. *Cátedras de tecnologías accesibles*.
<https://www.tecnologiasaccesibles.com/es/content/proyecto-signoescritura>

-
- INSOR. (2022). *Misión y Visión—INSOR*. <https://www.insor.gov.co/home/entidad/mision-y-vision/>
- Kanke, Terada, & Tsukamoto. (2015). *A persecussion Learning Systems Using Rhythm Internalization with Haptic Indications*. International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, 5.
- Kaur, R., Singh, G., Saini, J., Agarwal, S., & Chandhok, T. (2020). *Real-Time Gesture Detection And Recognition*. U.S Patent Documents.
- Kumar, A., Renuka, K., Rose, L., & Priya, S. (s. f.). *Deep learning based assistive technology on audio visual speech recognition for hearing impaired*. <file:///C:/Users/Asus/Downloads/Deep%20learning%20based%20assistive%20technology%20on%20audio%20visual%20speech%20recognition%20for%20hearing%20impaired.pdf>
- Leal, E., Leal, N., Henríquez, C., Pichón, L., & Romero, S. (2016). Aplicación integrada a la tecnología Kinect para el reconocimiento e interpretación de la Lengua de Señas Colombianas. *Escenarios, 14*, 7-19.
- Lera. (2018, octubre 24). *Gafas que «oyen» conversaciones y las subtitulan*. <https://heraldodiariodesoria.elmundo.es/articulo/soria/gafas-oyen-conversaciones-subtitulan/20181024130914163693.html>
- Liebermann, R. (2000). *Telephone for the deaf and method of using same* (Patent N.º 5982853).
- López, R., Jaramillo, M., Mendoza, R., Baena, G., & Baena, M. (2016). HERRAMIENTAS DIGITALES COMO APOYO PARA LA ENSEÑANZA DEL LENGUAJE DE SEÑAS. EN UN CONTEXTO INTERNACIONAL. *Centro Universitario UAEM*. <https://www.eumed.net/rev/cccss/2016/04/senas.html>
- Luo, X., Han, M., Liu, T., Chen, W., & Bai, F. (2012). *Aprendizaje asistido para estudiantes universitarios con discapacidades auditivas utilizando la realidad aumentada mixta: Un estudio piloto*.
- Martins, P., Rodrigues, H., Francisco, M., & Morgado, L. (2015). Accessible Options for Deaf People in e-learning Platforms: Technology Solutions for Sign Language Translation. *Procedia Computer Science*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915031166>

- Martins, P., Rodrigues, H., Rocha, T., Francisco, M., & Morgado, L. (2015). *Accessible options for deaf people in e-learning platforms: Technology solutions for signs language translation*. <https://www-sciencedirect-com.udea.lookproxy.com/science/article/pii/S1877050915031166>
- Michán, L., & Muñoz-Velasco, I. (2013). Cienciometría para ciencias médicas: Definiciones, aplicaciones y perspectivas. *Investigación en Educación Médica*, 2(6), 100-106. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72694-2](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72694-2)
- Míguez, M., & Ribas, V. (2020). *Construcción de inclusión y accesibilidad en la universidad a través de las TIC*. 53-56.
- Ministerio de Educación de Colombia. (2007). *Educación para todos*. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-141881.html>
- MinTic. (2020, abril 13). *Herramientas TIC que les facilitan las actividades diarias a personas con discapacidad visual y auditiva*. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/126557:Herramientas-TIC-que-les-facilitan-las-actividades-diarias-a-personas-con-discapacidad-visual-y-auditiva>
- Mohamed, A., & Shehieb, W. (2021). Tecnología de asistencia para sordos e hipoacúsicos. *Conferencia canadiense IEEE sobre ingeniería eléctrica e informática*.
- Molano, L. (2020). *Herramienta interactiva digital para el refuerzo de las competencias del castellano para estudiantes sordos colombianos*. Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25451/1/TrabajoDeGrado%20Leidy%20Molano%20625752.pdf>
- Montoto, A., Alvarez, E., Chavira, G., Orozco, J., Quiroga, G., & Nava, S. (s. f.). Tecnología asistiva basada en móviles para el sordo y discapacitado auditivo. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. <http://www.reibci.org/publicados/2018/jun/2900666.pdf>
- Nattress, A. (2019, marzo 4). Medical grade wearable eyeglasses with holographic voice and sign language recognition duo interpreters and response with microphone/speakers using programming software, optional customization via smartphone device or private webpage. *Patent Application Publication*.

- Orientatech. (2019). *Análisis aplicación Ability Connect*.
<https://www.orientatech.es/aplicacion-ability-connect>
- Papastratis, I., Chatzikonstantinou, C., Konstantinidis, D., & Petros, D. (2021). Artificial Intelligence Technologies for Sign Language. *Sensores*.
https://www.researchgate.net/publication/354281440_Artificial_Intelligence_Technologies_for_Sign_Language
- Patil, V., Sujatha, Allagi, S., & Chikkoppa, B. (2022). A deep Learning framework for real-time sign language recognition based on transfer learning. *Revista Internacional de Tendencias de Ingeniería y Tecnología*, 70(6), 32-41.
- Piculo, A., Moya, A., Orsi, F., & Eika, F. (2020). *Aesthetics and the perceived stigma of assistive technology for visual impairment*. Disability and rehabilitation assistive technology.
- Prasath, A., & Panaiyappan, A. (2022). Design of an integrated learning approach to assist real-time deaf application using voice recognition system. *Computers and electrical engineering*.
<https://pdf.sciencedirectassets.com/271419/1-s2.0-S0045790622X00050/1-s2.0-S0045790622003950>
- Rangarajan, R., & Chauhan, S. (2021). *Enchanted Accessibility in Mixed Reality Experience for collaboration Tools*. United States Patent.
- Recuero de los Santos, P. (2020, septiembre 23). *La Inteligencia Artificial, una gran aliada para las personas sordas* [Telefónica]. <https://empresas.blogthinkbig.com/la-inteligencia-artificial-una-gran-aliada-para-las-personas-sordas/>
- Reinoso, A. (2019, mayo 10). Showleap: El traductor de lengua de signos a texto y voz en tiempo real. *Somodisca*. <https://somosdisca.es/showleap-el-traductor-de-lengua-de-signos-a-texto-y-voz-en-tiempo-real/>
- Rodrigo, C. (2018, diciembre 7). Impacto de la aplicación Reader como herramienta de apoyo en la lectoescritura de las personas con discapacidad auditiva de la Asociación Central de Sordos El Alto. *Fides et ratio - Revista de difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*.
- Rodríguez, A., Alaín, L., & García, F. (2022). Presentation and Evaluation of a digital tool for sign language. *Cultura y Educación*. <https://doi.org/10.1080/11356405.2022.2058793>

- Rouco, J., Vaamonde, & del Río. (s. f.). Audioprótesis externas, indicaciones, selección del tipo de adaptación. Adaptación y evaluación de resultados. Rehabilitación del paciente adaptado con prótesis. *Libro Virtual de Formación en ORL*. <https://seorl.net/PDF/Otologia/033%20-%20AUDIOPR%C3%93TESIS%20EXTERNAS.%20INDICACIONES.%20SELECCI%C3%93N%20DEL%20TIPO%20DE%20ADAPTACI%C3%93N.%20ADAPTACI%C3%93N%20Y%20EVALUACI%C3%93N%20DE%20RESULTADOS.%20REHABILITA.pdf?boxtype=pdf&g=false&s=false&s2=false&r>
- Sacrstán, L. (2019). Así es showleap: El traductor de la lengua de signos a texto y voz en tiempo real está cada vez más cerca. *Xataka*. <https://www.xataka.com/aplicaciones/asi-showleap-traductor-lengua-signos-a-texto-voz-tiempo-real-esta-cada-vez-cerca>
- Salazar, M. (2018). Estrategias para la inclusión de estudiantes sordos en la educación superior latinoamericana. *Ratio Juris UNAULA*, 13(26), Art. 26. <https://doi.org/10.24142/raju.v13n26a9>
- Sangeethalakshmi, K., Shanti, K., Mohan, A., Muthuselvan, S., & Mohammad, P. (2021). Vocalizador de gestos de mano para sordomudos. *Materiales hoy: Actas, ELSEVIER*.
- Semana. (2019, febrero 27). *La tecnología que ayuda a escuchar se abre más paso en el mercado local*. <https://www.semana.com/tecnologia/articulo/mercado-de-los-implantes-cocleares-en-colombia/267673/>
- Seth Gerlis. (2015). Deaf Owned Business—MotionSavvy—A New Way of Communicating for the Deaf with Captions [Youtube]. *Seth Gerlis*. <https://www.youtube.com/watch?v=Zk1Ufd5cA14&t=449s>
- SiMAX. (s. f.). *Wie SiMAX funktioniert*. <http://simax.media/wie-simax-funktioniert/>
- SpeechGear. (2018). A website offering instant captioning and translation. *ZeroProject*. <https://zeroproject.org/view/project/da77c837-9217-eb11-a813-0022489b3a6d>
- Triviño, J., Quiroz, A. Q., & Pico, K. (2021). Estudiantes con sordera en la universidad. Dificultades en su proceso inclusivo. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*. e-ISSN 2528-7842, 7(1), Art. 1.
- Triviño, J., Quiroz, Amanda, & Pico, K. (2020). *Estudiantes con sordera en la universidad. Dificultades en su proceso inclusivo*. <http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2250/1616>

-
- Universidad Politécnica de Madrid. (2022). Proyecto CONSIGNOS: Cómo hacer accesibles las TICS. *Departamento de Ingeniería Electrónica*. <http://www.die.upm.es/noticia/proyecto-consignos-c%C3%B3mo-hacer-accesibles-las-tic-para-las-personas-sordas>
- Valora Analitika. (2022, febrero 24). Ventas de implantes por pérdida auditiva están en datos de 2019. *Valora Analitika*. <https://www.valoraanalitik.com/2022/02/24/ventas-de-implantes-por-perdida-auditiva-esta-en-datos-de-2019/>
- Vazquez, E. (2012). Propuesta de un inventario de recursos tecnológicos para el tratamiento del alumnado con discapacidad en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias pedagógicas*, 20, 71-92.
- Verbavoice. (s. f.). *How Does Verbavoice Work?* <https://www.verbavoice.de/english>
- VerbaVoice GmbH. (2014). VerbaVoice offers an innovative online interpreting technology as well as full services for deaf and hard of hearing people: Enabling students to equally participate in class; accessible events with captions, interpreting and live-stream. *ZeroProject*. <https://zeroproject.org/view/project/1669a4f5-4f23-eb11-a813-0022489b3a6d>
- Yaganoglu, M. (2021). Sistema portátil de reconocimiento de voz en tiempo real para personas sordas. *Informática e Ingeniería Eléctrica*.
- Yang, Z., Shen, X., Tai, Y., & Jia, J. (2022). *Sign Language recognition method and apparatus, computer-readable storage medium, and computer device* (Patent N.º 4 002 197 A1).
- Zapata, C., & Acosta, J. (2018). *Innovaciones tecnológicas para inclusión educativa de estudiantes sordos*. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/1595>
- Zappalá, D., Koppel, A., & Suchodolski, M. (2011). *Inclusión de TIC en escuelas para alumnos con discapacidad visual*. Inclusión de TIC en escuelas para alumnos sordos e hipoacúsicos. <https://sid-inico.usal.es/idocs/F8/FDO26406/zappala.pdf>
- Zhang, O., & Biyi, L. (2022). *System and apparatus for non-intrusive word and sentence level sign language translation*. United States Patent

10 ANEXOS

HERRAMIENTAS DIGITALES			
Nombre	Precio	Uso	Link de descarga o compra
Ability Connect	Gratis	Ordenadores y celulares	https://play.google.com/store/apps/details?id=es.ua.abilitconnect&hl=es_CO&gl=US
Aplicación Centro Relevó	Gratis	Ordenadores y celulares	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.app.relevo&hl=es_CO&gl=US
Implante Coclear	Según valoración médica y de la EPS al cual esté afiliado	Cirugía	No hay Link de compra, la EPS es la que define el monto que aportaría a la cirugía.
Relojes digitales (Sistemas de alarma)	46,16 USD	Manual	https://www.ebay.com/itm/284894515221?_ul=MX&chn=ps&norover=1&mkevt=1&mkrid=21553-241449-2056-0&mkcid=2&itemid=284894515221&targetid=295996781749&device=c&mktype=pla&googleloc=1029279&poi=&campaignid=15791404079&mkgroupid=130219978245&rls=target=pla-295996781749&abclid=&merchantid=134316650&gclid=CjwKCAjwpKyYBhB7EiwAU2Hn2TXC4SSTUDOMoEw1omgGdXOh1vKUFnlCcYt1qJ2IAi01NB_EzpdKQhoCJ_YQAvD_BwE
SordoAyuda	Gratis	Celulares	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appybuilder.antonio_mercado_luque.Sordo_Deaf&hl=es_CO&gl=US
Mad Gaze X5 (Gafas de realidad aumentada)	\$2.972.000	Manual	https://es.aliexpress.com/i/4001090251869.html
VerbaVoice	En espera respuesta de cotización.	teléfono y computador	https://apps.apple.com/co/app/verbavoice-webplayer/id763533716
SiMAX	29€/mes. Cuota única de instalación 1.250€	teléfono y computador	http://simax.media/kontakt-impressum/

STREAMER	US\$ 99.00 año US\$ 9.97 mes	teléfono y computador	https://streamer.solutions/contact/
----------	------------------------------	-----------------------	---

Anexo 1. Herramientas digitales y páginas de compra

Discapacidad	Tecnología empleada	Descripción de la tecnología	Universidad/Empresa	País	Autores	Año	Costo	Casos de uso	Ventajas	Desventajas	Contacto	Fuente
Auditiva	Aplicación para dispositivos móviles	Aplicación de comunicación alternativa y visualización en tiempo real para dispositivos móviles, la cual permite que varios dispositivos se comuniquen a través de Bluetooth sin necesidad de conexión a internet - aunque también puede funcionar mediante Wi-Fi o Datos móviles.	Universidad de Alicante. Fundación Vodafone España	España	Universidad de Alicante. Fundación Vodafone España	2017	Gratis	Universidad de Alicante	Fácil acceso, dado que las personas pueden utilizar sus celulares y vincular varios dispositivos gracias a las conexiones bluetooth y de Wifi	Comunicación en un solo sentido y la información no llega en tiempo real, lo que puede dificultar la comprensión de parte del estudiante sordo.	https://abilityconnect.ua.es/	1

Auditiva	Gafas de realidad aumentada	Se propone y desarrolla un sistema novedoso para ayudar a los estudiantes sordos y con problemas de audición que desean continuar su educación fuera de los centros especiales y comunicarse normalmente con las sociedades que no están educadas en el lenguaje de señas. Un software inteligente desarrollado para anteojos de realidad aumentada asequibles que ayudarán a los estudiantes en su viaje educativo con transcripción en tiempo real, reconocimiento de emociones del habla, características de indicaciones de sonido, así como herramientas de asistencia en el aula.	Universidad de Ajman.	Emiratos Árabes Unidos	Ali Mohamed Ridha, Wessam Shehieb	2021	\$ 3,274,511.01	Vida diaria	Es una herramienta muy práctica para usar en la vida diaria, dado que las personas pueden llevar sus gafas puestas y estas subtitarán lo que dicen los demás, facilitando comodidad del usuario	Tiene un costo bastante alto, lo que la hace poco accesible	https://es.aliexpress.com/i/4001090251869.html	2
Auditiva	Celular, ordenador	SiMAX traduce el texto hablado o escrito a la lengua de señas, dónde la traducción se hace por medio de un avatar digital animado, además, de que el sistema utiliza una base de datos de aprendizaje donde se almacenan todas las traducciones previas.	Sigtime	Austria	Sigtime	2016	Para sitios web con menos de 20 páginas. 29€/mes , Cuota única de instalación 1.250€. Opciones de personalización y expansión: Precio en	Como Aula Virtual de Aprendizaje, dónde el avatar le explique al estudiante la información que el docente quiere transmitir	Facilita la comunicación docente, estudiante, dado que el estudiante podrá ver por medio del avatar en lengua de señas, lo que dice el profesor. Permite un método de educación interactivo y dinámico, dado que se considera lúdico ver una figura animada expresando la lengua de señas	Requiere que las aulas de clase tengan internet	http://simax.mediakontakt-impressum/	3

							demand a					
Auditiva	Celular, ordenado r	Esta ofrece una tecnología innovadora de interpretación en línea, así como servicios completos para personas sordas y con dificultades auditivas: permite que los estudiantes participen equitativamente en la clase; eventos accesibles con subtítulos, interpretación y transmisión en vivo	VerbaVocie GmbH	Alemania	VerbaVocie GmbH	2016	En espera respuesta cotización	En ambientes de clase, dado que los estudiantes pueden participar y ver los eventos mediante subtítulos o lenguaje de signos	Mejora la comprensión por parte de las personas con discapacidad auditiva, dado que estos hacen presencia en una clase vía web que les dará información subtitulada de lo que dice el profesor. Asesoramiento accesible: por teléfono, email, lengua de signos o chat	La persona requiere de un smartphone o portátil para asistir a las clases. Es obligatorio el uso de internet	https://www.verbavoicede/kontakt	4

Auditiva	Celular, ordenador	STREAMER requiere de una suscripción y subtítulo voz a texto en tiempo real, adecuado para discursos, desarrollo de actividades en aulas de clase o seminarios web. Su uso es por medio de una página web, la cual traduce facilitando la comunicación y comprensión de personas sordas	SpeechGear	Estados Unidos	SpeechGear	2020	US\$ 99.00 año US\$ 9.97 mes	Aulas de clase, conferencias. Clases en línea.	La aplicación genera grandes beneficios para docentes y estudiantes, facilitando el desarrollo de clases dentro de las aulas apoyadas en medios digitales. Dónde los estudiantes estarán conectados en sus celulares y computadores y verán a forma de subtítulos lo que dice el profesor	Requiere de pago de suscripción. Los estudiantes deben de asistir a clase con un smartphone	https://streamer.solutions/contact/	5
----------	--------------------	---	------------	----------------	------------	------	---------------------------------	--	---	---	---	---

Auditiva	Avatar	En este proyecto se plantea el desarrollo de un primer prototipo de traducción de voz o texto a LSE. Con el desarrollo de este proyecto se pretende: facilitar el acceso del colectivo sordo a las TIC, tanto el puro acceso a contenidos como la interacción con los mismos; permitir su comunicación a través del agente animado con todo tipo de usuarios sin precisar de un conocimiento de habilidades especiales por parte de estas e investigar en las nuevas posibilidades que el nuevo producto ofrece para intentar proporcionar diferentes alternativas de comunicación.	Universidad Politécnica de Madrid	España	Universidad Politécnica de Madrid	2013	Fase de PROYECTO	Como Aula Virtual de Aprendizaje, dónde el avatar le explique al estudiante la información que el docente quiere transmitir	Posibilita las clases dinámicas, dado que se hace didáctico para los estudiantes ver un avatar explicando la clase Ayuda a la labor docente, facilitando las clases inclusivas dónde el docente gracias al Avatar podrá dar la clase a estudiantes sordos. Mejora la comprensión de personas sordas	Requiere de un TV en aulas de clases Requiere de ordenador por parte del docente No está definida su viabilidad comercial	https://www.tecnologiasaccsibles.com/es/contact	6
----------	--------	---	-----------------------------------	--------	-----------------------------------	------	------------------	---	---	---	---	---

Auditiva	Avatar	Herramienta software que permite la conversión de texto a Lengua de Signos Española (LSE) a través de un servicio de traducción bajo demanda que podrá ser integrado, entre otros muchos servicios, en webs, audiovisuales, pantallas de información y asistentes virtuales que deseen traducir su información a LSE.	Signlab	España	Signlab	2012	Esperando respuesta a cotización	Se puede aplicar en el salón de clase, dado que el avatar MAYA traducirá a lengua de señas lo dicho por el profesor	Posibilita las clases dinámicas, dado que se hace didáctico para los estudiantes ver un avatar explicando la clase Ayuda a la labor docente, facilitando las clases inclusivas donde el docente gracias al Avatar podrá dar la clase a estudiantes sordos. Mejora la comprensión de personas sordas	Requiere de un TV en aulas de clases Requiere de ordenador por parte del docente No está definida su viabilidad comercial	https://signlab.es/	7
Auditiva	Implante Coclear	La función del implante coclear es recoger, procesar y transmitir el sonido, reproduciendo la función de la cóclea mediante unos electrodos implantados y unos componentes externos (micrófono, procesador y transmisor).	Hospital Universitario San Ignacio	Colombia			Según diagnóstico médico. Atención por la EPS	En la vida diaria de la persona con discapacidad auditiva	Mejora la audición de la persona, gracias a que la función del implante coclear es mejorar el rendimiento auditivo de aquellos que tienen poca capacidad auditiva. Su acceso se puede obtener por medio del POS	Es más viable si se implementa en niños.	https://www.orteconstitucional.gov.co/noticia.php?Corte-ordena-a-EPS-autorizar-entrega-de-dispositivo-para-paciente-con-deficiencia-auditiva-9117	8
Auditiva	Celular	SordoAyuda utiliza el reconocimiento de voz y convierte a texto el audio que se escucha, con el fin de que el portador pueda leer lo que dicen los demás	Orientatech	España	Rodrigo	2018	Gratis	Dentro de las aulas de clase o en la vida diaria, dado que la app traducirá lo que dicen las demás personas	Es gratis Útil para que el estudiante utilice en las aulas de clase, dado que el celular de este traducirá las palabras del profesor en tiempo real y le dirá al alumno lo que este está diciendo	No sirve para traducir lengua de señas a voz hablada. La comunicación es un solo sentido.	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appybuilder.antoniomercado_luque.Sordo_Deaf&hl=es_CO&gl=US	9

Anexo 2. Matriz de dispositivos para sordos