

**Tecnologías de Reconocimiento Automático de Voz en Contextos Educativos.
Una Revisión Sistemática de Literatura.**

Marcelo Zampar, Susana Herrera

Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información, Universidad
Nacional de Santiago del Estero, 1912 Av. Belgrano (S), Santiago del Estero,
Argentina

{mzampar,sherrera}@unse.edu.ar

Resumen. Este artículo se vincula con las tecnologías educativas en la educación superior de las personas con discapacidad auditiva, quienes tienen distintas formas de comunicarse (lengua de señas, lectura de labios, escritura); siendo la escritura la forma más aceptada. Constantemente, se van generando alternativas de uso del lenguaje escrito como dispositivos de educación inclusiva para optimizar la comprensión lingüística en los hipoacúsicos. De allí la necesidad de que la clase del profesor pueda ser comunicada en lenguaje escrito. Y, para ello, las instituciones y los docentes requieren tener acceso a sistemas de reconocimiento automático de voz, que convierten el audio en texto. En este contexto, se realizó una revisión sistemática de literatura con el objetivo de analizar cómo estos sistemas mejoran la comprensión lingüística del sordo. La misma incluyó 171 artículos que fueron analizados teniendo en cuenta aspectos tecnológicos, pedagógicos y auditivos. Los resultados obtenidos muestran un recorrido incipiente en esta área y abre caminos para que los investigadores trabajen con el lenguaje escrito como medio para que la comunidad sorda pueda optimizar su competencia lingüística.

Keywords: reconocimiento automático de voz, tecnologías educativas, educación inclusiva, educación superior de personas con discapacidad auditiva.

1 Introducción

La UNESCO y las Naciones Unidas proclaman una serie de principios relacionados a las personas con discapacidad. Especialmente, definen que estas personas deben tener las mismas oportunidades de desarrollo que las demás. En consecuencia, la educación inclusiva es un objetivo global importantísimo en la política, la investigación y la práctica educativa [3]. Varias discapacidades deben ser tenidas en cuenta para que haya una verdadera inclusión educativa. Una de ellas es la deficiencia auditiva, la cual se define como la pérdida de la función anatómica o fisiológica del sistema auditivo. Tiene su consecuencia inmediata en un déficit del acceso al lenguaje oral, afecta el desarrollo lingüístico y comunicativo; y la posterior integración escolar, social y laboral del sordo [4]. Es así, que ya hace varios años el nivel superior en integración con instituciones especiales aceptan intérpretes de lengua de señas en el aula de clase. Sin embargo, estos profesionales no son docentes o no son capaces de comprender correctamente las lecciones, con implicaciones negativas en el aprendizaje [5]. Por ello, estos establecimientos especiales comienzan a combinar profesores con intérpretes para acompañar al sordo en la clase del profesor de la asignatura.

Fen & Cheng, [5] afirman que todos los métodos de enseñanza tradicionales como el lenguaje de señas, la lectura de labios y la escritura en gran medida tienen deficiencias. Aun así, aseveran que la escritura es la forma más clara, precisa y fácil de

aceptar para las personas sordas y con problemas de audición. Aseguran que en el aula, este lenguaje escrito puede expresar con mayor eficacia el contenido de la enseñanza, atraer el interés y mejorar la calidad de aprendizaje.

Continuamente, se generan alternativas de cómo utilizar el lenguaje escrito y se conciben técnicas para optimizar la comprensión lingüística escrita en el hipoacúsico. Un caso concreto es la Logogenia. Este método considera que la adquisición de una lengua, desde la mirada de la Gramática Generativa Transformacional [6], es una facultad biológica innata, que utiliza como entrada la lengua oral. Esta, activa los mecanismos de adquisición para comprender la lengua materna. En base a ello, se creó el método denominado Logogenia; en la cual se sustituye la entrada de la lengua oral en el oyente por la lengua escrita en el sordo [7, 8 y 9]. Pero para aplicar este método, se requiere que los alumnos hipoacúsicos dispongan de los textos escritos.

Una clase contiene actividades, evaluaciones, apuntes propios del docente, bibliografía y demás dispositivos didácticos y pedagógicos. Es muy difícil llevar todos estos elementos al lenguaje escrito. Y es aquí donde los Sistemas de Reconocimiento de Voz (SRA del inglés Speech Recognition Automatic) tienen un rol importante como tecnología que facilita la conversión de lenguaje oral a lenguaje escrito. Conceptualmente, un SRA es una herramienta computacional capaz de procesar la señal de voz emitida por el ser humano y reconocer la información contenida en esta, convirtiéndola en texto o emitiendo órdenes [10]. Un SRA intenta resolver el problema de hacer cooperar un conjunto de informaciones que provienen de diversas fuentes de conocimiento (acústica, fonética, fonológica, léxica, sintáctica, semántica y pragmática), en presencia de ambigüedades, incertidumbres y errores inevitables para llegar a obtener una interpretación aceptable del mensaje acústico recibido [11].

Los SRA convierten, de forma automática, la voz en texto. Y, contar con lenguaje escrito permite mejorar la competencia lingüística del hipoacúsico, mediante la utilización de métodos como la Logogenia. Es por ello que los autores consideraron relevante llevar adelante una RSL sobre los SRA y su uso en contextos educativos, cuyos resultados se presentan en este artículo.

El artículo está organizado de la siguiente manera. En la Sección 2, se describe el método utilizado para la revisión. En la Sección 3, se presentan el análisis y resultados de la RSL, incluyendo los hallazgos relacionados a las preguntas de investigación. Finalmente, en la Sección 4 se sintetizan las conclusiones del estudio.

2 Método

La RSL sigue los lineamientos propuestos por Petticrew & Roberts [12] para este tipo de investigación científica, renovados a la luz de los aportes de Lavallée [13]. En consecuencia, el protocolo de búsqueda, selección, y análisis de la evidencia empírica se ajusta a las siete etapas sugeridas por los autores para su desarrollo. Estas etapas, esquematizadas en la Fig. 1, son: (1) definición de las preguntas de investigación o de las hipótesis; (2) especificación de los tipos de estudios que deben ser considerados; (3) realización de una búsqueda exhaustiva de la literatura; (4) evaluación de los resultados de la búsqueda y selección de artículos; (5) análisis de los estudios incluidos; (6) síntesis; y (7) difusión de los hallazgos de la revisión.



Figura 1. Fases de RSL según Petticrew & Roberts. Elaboración Dieser [15].

En relación a la etapa 1, la pregunta que ha guiado la revisión es: ¿Cuáles tecnologías SRA se usan en el proceso de aprendizaje de personas hipoacúsicas o sordas? ¿Contribuyen estas tecnologías a mejorar la comprensión escrita de las personas sordas?

Asimismo, se definieron aspectos para analizar cuantitativamente los resultados:

- año de publicación
- contexto educativo: virtual, presencial, bimodal o no formal
- escenario de uso: educación o campo general
- tipo de tecnología: asistiva o de uso general
- idioma de la tecnología
- tipo de institución: ordinaria, especial, no formal
- vinculación con entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje (EVEA)

Respecto a la etapa 2, se definió realizar una búsqueda de artículos científicos, en inglés o en español, publicados en los últimos doce años (2010 de 2022). La búsqueda en inglés se hizo en las bibliotecas digitales IEEE Xplore (<http://ieeexplore.ieee.org>), ACM (<http://dl.acm.org>) y WOS (<https://www.webofscience.com>). La búsqueda en español se realizó en SeDiCI (<http://sedici.unlp.edu.ar>) y Redalyc (<http://www.redalyc.org>). Las cadenas de búsqueda utilizadas fueron las siguientes:

- En inglés, "speech recognition" AND (education OR learning) AND ("hearing loss" OR "hearing impairment" OR deaf)
- En español, "reconocimiento de voz" AND (educación OR aprendizaje) AND (hipoacusia OR "discapacidad auditiva" OR sordo)

Además, para el proceso de filtrado se definieron criterios de exclusión (CE) e inclusión (CI). Los CE fueron:

- CE 1: artículos no escritos en inglés o español.
- CE 2: documentos correspondientes a actas de congresos o revistas, donde la palabra clave correspondan a diferentes artículos del mismo documento.
- CE 3: artículos que incluyen las palabras clave pero que no tratan del tema en sí mismo, es decir, experiencias que no tienen que ver con educación o aprendizaje, experiencias informales, etc.
- CE 4: artículos orientados a mejorar la comunicación de los sordos mediante el uso de la lengua de signos o gestos.
- CE 5: artículos repetidos

Los criterios de inclusión fueron:

CI 1: Estudios empíricos sobre la conversión de voz a texto, reconocimiento de voz o subtítulo para colaborar con la discapacidad auditiva en contextos educativos.

CI 2: En caso de artículos de un mismo proyecto, se consideró el más completo.

Luego, se desarrolló la etapa 3 del método, ejecutándose las búsquedas. Se obtuvo 171 artículos de todas las bases de datos seleccionadas. Posteriormente, en la etapa 4, se aplicaron los CE y CI, mediante la lectura de títulos y resúmenes de dichos artículos. Luego del filtrado quedaron seleccionados 12 artículos. El CE 4 ha sido el criterio que más artículos excluyó. La tabla 1 muestra el detalle de la cantidad de artículos encontrados y seleccionados en cada biblioteca.

Tabla 1. Resultado de las etapas 3 y 4. Artículos encontrados y seleccionados.

Biblioteca	Artículos encontrados	Artículos seleccionados
ACM	7	2
IEEE	31	5
Redalyc	97	1
Sedici	9	1
WoS	27	4
Total	171	13

3 Resultados de la revisión

En este apartado se describe la etapa 5 de la RSL. Es decir, se presenta un análisis cuantitativo y cualitativo de los 12 artículos seleccionados. En la tabla 2 se presentan dichos artículos, referenciados desde la letra A hasta la K.

3.1 Análisis cuantitativo

Siguiendo los aspectos mencionados previamente, se analizaron los artículos seleccionados y se obtuvieron los resultados expuestos a continuación.

Se observa que la mayoría de los artículos se publicaron desde el año 2015 en adelante, excepto tres. Esto muestra que los SRA evolucionaron rápidamente en los últimos años. Según el contexto educativo, seis de los artículos se utilizan en la educación virtual [A, G, H, I, J, K], ocho en la educación presencial [A, C, D, G, H, I, J, K], seis en la educación bimodal [A, G, H, I, J, K] y cuatro no son del ambiente educativo formal [B, E, L], como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Año de publicación de los artículos y contexto educativo de tecnologías RSA.

Ref	Artículo	Año	Contexto educativo			
			Virtual	Presencial	Bimodal	No Formal
A	Kushalnagar & Cols .	2012	1	1	1	4
B	Glasser	2019				1
C	Jun & Cheng	2011		1		
D	Fen & Cheng	2010		1		
E	Kosuke & Cols.	2017				1
F	Aye, & Cols.	2020				1
G	Batista	2016	1	1	1	

H	Kheir & Way	2015	1	1	1
I	Kuldeep & Cols.	2021	1	1	1
J	Alvarez & Rufrancos	2016	1	1	1
K	Shashidhar & Cols.	2021	1	1	1
L	Le & Cols.	2011			1

En cuanto al escenario de uso, como se ve en la Fig. 2, diez artículos están orientados a educación y solo dos artículos al campo general [B,L]. En cuanto a las tecnologías involucradas, en la Fig. 3 se aprecia que ocho son asistivas y cuatro de uso general [B,G,I,L].

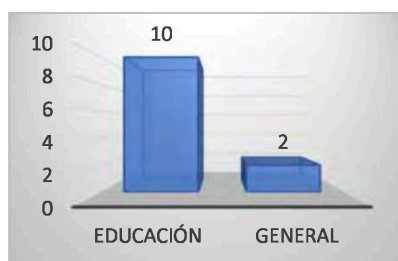


Figura 2. Escenario de Uso.

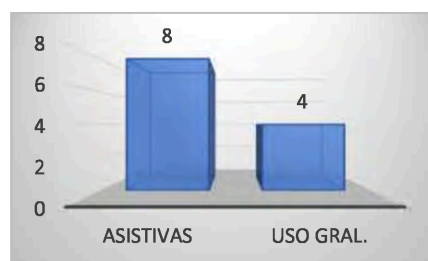


Figura 3. Tecnologías involucradas.

Según el idioma en el que se han desarrollado las tecnologías, la Fig. 4 muestra que tres son en inglés [A,B,H], uno en Myanmar ex Birmania [F], dos en español [G,J], tres en chino [C,D,L], uno en japonés [E] y dos en indiano [I,K]. Como se observa en la Fig. 5, en cuanto a la vinculación con un EVEA once artículos no están vinculados con EVEA, mientras que un artículo propone el uso de chatbots como apoyo para la comunicación en el aula [G].

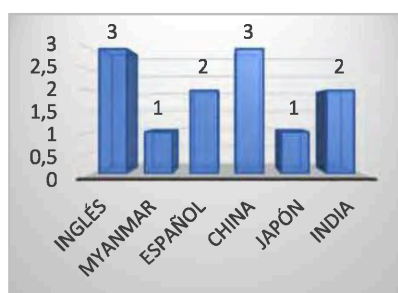


Figura 4. Idioma.



Figura 5. Vinculación a un EVEA.

En la Fig. 6 se observa en qué tipo de instituciones se utilizó la tecnología. Cinco artículos se implementan en instituciones educativas ordinarias, ocho en especiales y cinco de manera no formal. Es decir, hay tecnologías implementadas en más de una institución. Los SRA están mayormente disponibles en el idioma local. Las excepciones son los grandes SRA como el de Google. Esto puede inferir que cada lengua tiene

fonemas diferentes en calidad y en cantidad. Incluso, dentro de un mismo idioma, las diferencias regionales también involucran diferentes fonemas. Finalmente, la Fig. 7 hace referencia a la manera en que fueron validadas las tecnologías propuestas. Ocho de los SRA [C,D,E,G,H,J,K,L] fueron evaluados por usuarios finales en contextos reales, ya sea en instituciones de educación ordinaria o especial. El resto de las contribuciones se evaluaron en el laboratorio, es decir, no en su contexto real de uso. Al mencionar la realización de evaluaciones indicaron que los resultados obtenidos tuvieron aspectos positivos para el aprendizaje. Por supuesto, en general, aprecian que todavía hay puntos en los que necesitan seguir investigando.



Figura 6. Tipo de instituciones educativas.

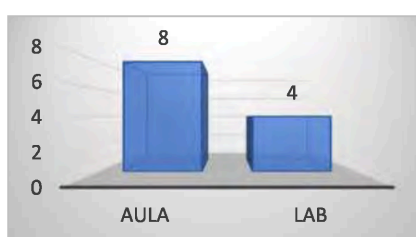


Figura 7. Evaluación.

3.2 Hallazgos relacionados a las preguntas de investigación

A continuación, se presentan los principales hallazgos de la RSL, en relación a los SRA para personas con discapacidad auditiva.

- Además de los enfoques tradicionales de subtituladores profesionales y los SRA en un artículo se ofrece un nuevo enfoque colaborativo de subtítulos entre compañeros de clase [A]. Permite la transcripción en tiempo real de múltiples personas no expertas, en el que se pueden utilizar mecanismos de acuerdo colectivo para evaluar la calidad de la transcripción. Posibilita la conversión de voz a texto de una manera más económica que contratar un subtitulador profesional y señala que existen casos de uso actualmente que están más allá del alcance de los SRA. Los subtituladores no expertos no necesitan una capacitación extensa para adquirir habilidades específicas y pueden obtenerse de una variedad de fuentes: compañeros de clase, miembros de la audiencia, voluntarios, etc.
- En [B] se evalúan RSA con voces de hablantes sordos y con problemas de audición (DHH del inglés Deaf and Hard-of-Hearing). RSA ha mejorado a lo largo de los años y es capaz de alcanzar tasas de errores tan bajas como 5-6 % con la ayuda de algoritmos de computación en la nube y aprendizaje automático que toman en cuenta modelos de vocabulario. Se utilizaron dos motores de RSA muy populares y disponibles gratuitamente para uso público, como lo son Microsoft Translator Speech API y el servicio IBM Watson Speech to Text. Es probable que obtengan resultados impredecibles de los ASR, ya que los patrones en el habla son muy diversos dentro de la población DHH. En consecuencia, la tasa de error aumenta en comparación a la población que no es DHH.
- [C] afirma que la elaboración de texto escrito para comunicarse en la educación de estudiantes sordos siempre ha sido difícil. Con la maduración de los SRA la conversión de voz a texto puede hacer posible que llegue más rápido al aula

y profesores. Se prueba con los modelos de SRA ViaVoice y ViaScribe para cubrir en tiempo real esta situación. Mejorar la tasa de reconocimiento es la mayor preocupación del docente.

- Otro estudio [D] también prueba los modelos de SRA ViaVoice y ViaScribe; ahora, desde el punto de vista del estudiante sordo y del profesor. Aseguran los autores que el SRA en el aula promueve el desarrollo de la competencia profesional del docente, expresa con eficacia el contenido de la enseñanza y compensa la insuficiencia de los métodos de enseñanza tradicionales; como el lenguaje de señas, la lectura de labios y la escritura en gran medida. Específicamente para el alumno sordo propicia el interés y la calidad del aprendizaje; y puede revisar oportunamente después de clase los contenidos de la asignatura.
- En [E] se describe un RSA que aprende la voz humana circundante y los sonidos emitidos por un objeto. Transmite visualmente en el dispositivo que reside la aplicación a las personas con discapacidad auditiva y sus cuidadores. A partir del resultado del aprendizaje, el sonido se analiza mediante la comparación de patrones para determinar qué tipo de sonido es. El RSA reduce la carga de los cuidadores y propicia para que estos puedan comunicarse mejor con los discapacitados auditivos.
- La aplicación móvil VOIS para niños sordos utiliza un SRA birmano basado en una red neuronal convolucional (CNN), en la que los datos de voz son entrenados para reconocer cada palabra en su pronunciación correcta [F]. Los modelos entrenados y el motor RSA está integrado en la aplicación para poder reconocer el habla sin conexión. Cuando se conecta a Internet, los modelos de redes neuronales se pueden actualizar para reconocer nuevas palabras. Puede ayudar a los niños con discapacidad auditiva a entrenar el idioma a su propio ritmo y a comprender los conceptos básicos. Proporciona palabras estructuradas de una y dos sílabas, recopiladas en materiales educativos y de comunicación de la vida real.
- [G] asevera que para optimizar la comprensión escrita del alumnado se puede apelar a mecanismos interactivos y eficientes que operan con cierta autonomía en una amplia disponibilidad de acceso, como los programas robot conversacionales, o chatbots. Es adecuado para sistematizar respuestas a dudas o consultas de índole operativa que suelen repetirse de manera constante entre los participantes de los diferentes cursos. Asegura que un individuo al interesarse en el desarrollo de la lógica de su programación, se puede animar a incorporar conversaciones de conceptos o temáticas de la asignatura correspondiente en formato texto.
- Las clases en el nivel superior con frecuencia contienen terminología específica de un dominio y representan un desafío para los SRA, sistemas que generalmente se basan en un diccionario de palabras comunes para guiar el reconocimiento. [H] consideran también al SRA ViaScribe, el cual cuenta detección de pausas en el habla, inserción de oraciones y saltos de párrafo, ortografía fonética cuando el SR no está seguro y un modo independiente del hablante para adaptarse a varios de ellos. Esto mejora la capacidad del SRA para ayudar a los estudiantes sordos y con problemas de audición a tomar notas en el aula y optimizar su comprensión escrita
- En un trabajo se utiliza SRA que se puede categorizar en acústico-fonético, detección de patrones y otros enfoques matemáticos[I]. Aquí, el SRA separa los argumentos pronunciados en el procesamiento de señales que transforma el audio

hablado en texto en un formato legible. Los autores afirman que el SRA permite autenticar la individualidad del usuario utilizando su voz, mejorando la eficiencia y precisión de la comprensión escrita en diferentes lugares de trabajo.

- En otro trabajo declaran que el mercado actual es muy limitado en cuanto a aplicaciones dedicadas a sordos, e incluso las que hay poseen escasas funciones. Si nos enfocamos en herramientas asistivas para oyentes en español, la oferta de software tiende a ser aún menor [J]. Por tal motivo, desarrollaron la aplicación “TalkLouder!” con interfaz gráfica para Windows Phone y Android. Afirman que puede ayudar al hipoacúsico en la comprensión del lenguaje, con el objetivo de favorecer su inclusión en la sociedad.
- En [K] se presenta un SRA VGG16, arquitectura de modelos de visión de red neuronal de convolución. Se observa que incluso con un enfoque simplificado se pueden obtener altos rendimientos. Se afirma que, con la adición de algoritmos de extracción de características, como los puntos de referencia faciales, se puede mejorar aún más el rendimiento del modelo. La sincronización de labios con la voz puede aumentar el costo del sistema.
- [L] desarrolla un SRA que convierte la pronunciación china en forma de boca. Favorece al sordo en la comprensión del lenguaje chino. También es una forma importante de y en la visualización de la pronunciación. Se desarrolló el software sobre tecnología multimedia y orientada a objetos. El diseño se basa en la solicitud de código interno de caracteres chinos, en el SDK de voz de Microsoft SAPI5 y en la tecnología RSA. Puede alcanzar una precisión relativamente alta solo después de que los usuarios realicen entrenamiento de pronunciación.

En cuanto a las preguntas que guiaron la investigación, las tecnologías que SRA que se usan en el proceso de aprendizaje de las personas sordas son: uno sobre subtítulos profesionales [A], Microsoft Translator Speech API, IBM Watson Speech to Text [B], ViaVoice y ViaScribe en [C,D y H], VOIS basado en una red neuronal convolucional [F], un artículo sobre Chatbots [G], otro sobre diversos enfoques matemáticos [I], TalkLouder [J], SRA VGG16 con arquitectura de modelos de visión también de red neuronal de convolucional [K] y finalmente SDK de voz de Microsoft SAPI5 [L]. En solo un artículo no se ha proporcionado información técnica de los SRA utilizados.

En cuanto a la segunda pregunta, evidentemente estas tecnologías contribuyen a mejorar la comprensión escrita de las personas sordas. La maduración de esta tecnología propició los hallazgos encontrados. Todos ellos consideran el lenguaje escrito como la vía para optimizar el aprendizaje del lenguaje. Además, en un trabajo [B] se tuvo en cuenta que el DHH también puede generar texto a partir de su voz, aunque con una tasa de error mayor. En otra aplicación [E] se tuvo en cuenta el sonido ambiental además del habla como estrategia de aprendizaje para el sordo. Otra vía alternativa al habla se consideró en [G] con chatbots, en donde la comunicación docente y estudiante es todo sobre lenguaje escrito, sin necesidad de conversión, pero con mucho potencial para el aprendizaje del sordo en el trayecto educativo. En otro artículo se ha combinado el habla con algoritmos de extracción de características faciales o la sincronización de los labios con la voz [K]

4 Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo, se presentó una revisión de los RSA orientados al uso en la educación por personas con discapacidad auditiva. La revisión abarcó un conjunto de artículos científicos. Se describieron los métodos utilizados para la revisión y los aspectos tomados en cuenta para el análisis. Los resultados de la búsqueda se presentaron y discutieron sistemáticamente. Después de la discusión, se identificaron algunas características generales en los sistemas revisados, que se presentan a continuación.

Se corrobora que los SRA ayudan a la comprensión lingüística escrita, mejora la calidad de la enseñanza, tiene grandes beneficios para la revisión después de clase, aumenta el interés de los estudiantes en el aprendizaje y colabora con los distintos actores del trayecto educativo. La conversión de audio a texto que se logra con el SRA es el lenguaje escrito y este la base fundamental para la implementación de técnicas que favorecen la comprensión lingüística escrita.

Se evidenciaron tres enfoques distintos de subtítulos: subtítulos profesionales, subtítulos colectivos y los SRA.

Las personas DHH no podrían lograr las mismas tasas de errores que la población que no es DHH en SRA.

La evolución de los SRA ha permitido que el texto escrito tenga más presencia en el aula y en los distintos dispositivos de la asignatura.

Existen SRA que mejoran la eficiencia y precisión mediante detección de pausas en el habla, inserción de oraciones, saltos de párrafo y en algunas aplicaciones se adaptan a varios hablantes, logrando la individualidad del usuario. Esto, ayuda a superar la terminología específica de un dominio en la educación superior.

Los chatbots son herramientas interactivas efectivas que operan con cierta autonomía para optimizar la comprensión lingüística escrita del sordo.

Aplicaciones que propician el aprendizaje del sonido ambiental es otra alternativa para la comunidad sorda.

El habla puede ser integrado a otros recursos como extracción de características faciales o sincronización de los labios.

El presente artículo abre las puertas para que los investigadores trabajen con el lenguaje escrito como medio para que la comunidad sorda pueda optimizar su comprensión lingüística.

Apéndice: artículos incluidos en la RSL

A Kushalnagar, Laseckit & Bigham A readability evaluation of real-time crowd captions in the classroom. 2012.

B Glaser. Automatic Speech Recognition_Services Deaf and Hard-of-Hearing Usability. 2019.

C Jun & Cheng The Exploration of the Strategies and Skills of Effective Use of Voice Recognition Software in the Classroom for Deaf Students. 2010.

D Fen & Cheng. Using Speech Recognition Technology To Support Education For Deaf Students. 2010.

E Kosuke, Seiichi & Yuhki. Voice Recognition and Information Transmission-System for Hearing Impaired People. 2017.

F Aye, Nway & Sheinn. VOIS: The First Speech Therapy App Specifically Designed for Myanmar Hearing-Impaired Children. 2020.

G Batista, Alejandro. Uso de chatbots como apoyo para la comunicación en el Aula. Un asistente virtual 24x7x365 colaborando con el curso. Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Nacional de La Plata. 2016.

H Kheir & Way. Improving speech recognition to assist real time classroom note taking. 2015.

I Kuldeep, Anurag, Gangadhar, Vijay, Ravindra & Sanjiv. Speech Recognition Classification with ANN Implementation Using Machine Learning Algorithm. 2021.

J Alvarez y Rufrancos Talk-Louder! 2016.

K Shashidhar, Patilkulkarni & Nishanth. Visual Speech Recognition using Convolutional Net Neuronal. 2021.

L Le, Pan & Ding The design and development of a software to convert Chinese pronunciation into mouth. 2011.

Referencias

1. UNESCO. Directrices para la inclusión: garantizar el acceso a la educación para todos. París. 2006.
2. Naciones Unidas. Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad y su Protocolo facultativo. Res 61/106. Nueva York. 2006.
3. Herrera, H; Manresa Yee, C y Sanz, C. Aprendizaje móvil para niños con discapacidad auditiva: revisión y análisis. 2021
4. FIAPAS. Manual Básico de Formación Especializada sobre Discapacidad Auditiva (4ª ed.). Madrid. 2010
5. Fen & Cheng. Using Speech Recognition Technology To Support Education For Deaf Students. 2010.
6. Chomsky, Noam. La arquitectura del lenguaje. Barcelona, Ed Kairós. 2003.
7. Fernández Botero, Eliana. Logogenia: desde la gramática generativa, una nueva opción para los sordos: estudio de caso. 2004.
8. Radelli, Bruna. “Una aplicación de la lingüística: la logogenia”, en Dimensión Antropológica, vol. 23, septiembre-diciembre, pp. 51-72. Disponible en: <http://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/?p=652>. 2001.
9. Sarmiento, O y Valdeblanquez, D. “AIUTA: Software de apoyo a las terapias de logogenia en niños sordos de 8 a 12 años”, Tesis de Pregrado, Dpto. Ingeniería de Sistemas, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. 2010.
10. Moreno, A. La Lengua española y las nuevas tecnologías. Inteligencia Artificial y lengua española. Congreso de la Lengua Española, Sevilla. 1992.
11. Casacuberta Nolla, F. La Lengua española y las nuevas tecnologías. Análisis y síntesis de la señal acústica. Congreso de la Lengua Española, Sevilla. 1992.
12. Petticrew, M., & Roberts, H. Systematic reviews in the Social Sciences: A practical guide. Oxford, UK: Blackwell Publishing. 2006
13. Lavallée, M., Robillard, P. N., & Mirsalari, R. Performing systematic literature reviews with novices: An iterative approach. IEEE Transactions on Education, 57(3), 175–181. 2014.
14. Dieser Paula. Estrategias de autorregulación del aprendizaje y rendimiento académico en escenarios educativos mediados por TIC. 2019