

Diseño de un Entorno Virtual de Aprendizaje para Jóvenes Sordos e Hipoacúsicos de Argentina.

Tutora:

Mg. Gabriela Friedman

Maestrando:

Gastón Falanga

Título a obtener:

Magister en Tecnología Educativa

Facultad de Tecnología Informática

Mayo 2025

Resumen

Este trabajo se centra en el diseño de un entorno virtual de aprendizaje basado en las formas de comunicación, percepción y participación propias de estudiantes sordos. Frente a plataformas digitales que reproducen modelos visualmente recargados, con escasa adaptabilidad lingüística y sin integración efectiva de la lengua de señas, se propone una alternativa construida desde su arquitectura y no como adaptación posterior. La iniciativa combina fundamentos del diseño instruccional, la pedagogía crítica y los principios del *design thinking* para desarrollar un prototipo funcional orientado a la inclusión comunicacional, la navegabilidad intuitiva y la participación activa del estudiantado.

La metodología incluyó revisión bibliográfica, entrevistas a representantes de la comunidad sorda, diseño de prototipos, pruebas de usabilidad y análisis cualitativo de las valoraciones obtenidas. A lo largo del proceso, se trabajó con una lógica iterativa que permitió redefinir funciones clave, integrar opciones de personalización y consolidar un enfoque pedagógico centrado en la lengua de señas como lengua legítima de enseñanza.

Los resultados confirman que es posible generar contenido directamente desde los modos de comprensión y expresión propios de esta comunidad, sin depender de traducciones posteriores. Se presentan recomendaciones diferenciadas para equipos técnicos y pedagógicos, junto con un decálogo de principios ético-tecnológicos que sintetiza los aprendizajes del proceso. El trabajo aporta una visión crítica sobre el papel de la tecnología en el derecho a aprender.

Palabras clave: entornos virtuales de aprendizaje, lengua de señas, diseño instruccional, inclusión, comunidad sorda, accesibilidad, tecnología educativa, *design thinking*.

Abstract

This work focuses on the design of a virtual learning environment grounded in the communication, perception, and participation patterns specific to deaf students. In response to digital platforms that often replicate visually overloaded models, show limited linguistic flexibility, and fail to meaningfully integrate sign language, it proposes an alternative designed from the ground up rather than as a retroactive adaptation. The project draws on foundations of instructional design, critical pedagogy, and design thinking to develop a functional prototype aimed at communicative inclusion, intuitive navigation, and active student engagement.

The methodology included a review of specialized literature, interviews with representatives of the deaf community, prototype development, usability testing, and qualitative analysis of participant feedback. An iterative process throughout allowed for the redefinition of key features, the integration of customization options, and the consolidation of a pedagogical approach that recognizes sign language as a legitimate language of instruction.

The results confirm that it is possible to generate content directly from the ways this community understands and expresses knowledge, without depending on later translations. The work presents recommendations for both technical and pedagogical teams, along with a set of ethical and technological principles that synthesize the insights gained during the process. It offers a critical perspective on the role of technology in supporting the right to learn.

Keywords: virtual learning environments, sign language, instructional design, inclusion, deaf community, communication access, educational technology, design thinking.

Índice

Resumen 1

Abstract 2

Índice 3

Introducción 7

- Motivación 7
- Justificación 8
- Hipótesis y Objetivos 9
- Alcance 10
- Aportes 11
- Estructura del Documento 12

Antecedentes 14

- Panorama Educativo de la Comunidad Sorda 14
  - Datos a Nivel Mundial 14
  - Realidad Latinoamericana 17
  - La Situación Argentina 21
  - Reflexiones sobre el Panorama Global, Regional y Nacional 23
- Antecedentes Investigativos 24
  - EVA Diseñados para Alumnos Sordos 24
  - Revisiones Sistemáticas 25
  - Estudios de Recursos Existentes 26
  - Propuestas Didácticas y Enfoques Pedagógicos 27
- Política Educativa y Marco Normativo 30
  - La Inclusión como Principio Educativo 30
  - Políticas Regionales y Nuevos Escenarios 31
  - El Contexto Argentino 32
  - Innovación, Diseño y Accesibilidad en la Educación del Siglo XXI 34

La Pandemia del COVID-19 como Punto de Inflexión 35
La Educación para Sordos Durante la Pandemia 37
Estado del arte 38
Tendencias Tecnológicas en la Educación en Línea 38
El futuro de la Educación en Línea 40
Universidad Gallaudet como Caso Pionero 41
Accesibilidad en Plataformas Educativas 43
Marco Teórico 45
Identidad y Cultura Sorda 45
La Comunidad Sorda 45
Pilares Culturales y Barreras Educativas 47
Educación y Comunidad Sorda 48
Desigualdades Educativas 48
Modelos Educativos para Estudiantes Sordos 49
La Educación Especial 51
Teorías Educativas 54
Bases Generales del Aprendizaje 55
La Educación en Entornos Virtuales y Tecnología Educativa 60
Diseño Instruccional Accesible 63
Miradas Transversales: de la Teoría a la Práctica 67
Entornos Virtuales de Aprendizaje 70
Educación en Línea 71
Comparación entre EVA, LMS, MOOC, PLE y CVA 73
Herramientas y Características Clave en un EVA 78
Inclusión y Accesibilidad en los EVA 80
Métodos y Métricas para Evaluar la Eficacia de los EVA 81
Innovación y TIC en los Entornos Virtuales de Aprendizaje 82

Cambiar desde la Innovación 83
La Lengua de Señas a Través de las TIC 84
Intérpretes Virtuales y Traducción Automatizada 85
Subtítulos Cerrados 86
Tecnologías Inmersivas 87
Algoritmos y Datos de Gran Escala 88
Metodología de Trabajo 89
Diseño Centrado en las Personas 89
Design Thinking 90
Etapas del Design Thinking 92
Convergencia y Divergencia 94
Usabilidad en Interfaces de Usuario 95
Herramientas Utilizadas 98
Miro 98
Libreta de Apuntes 99
Inteligencia Artificial para Generación de Imágenes 100
Figma 101
Tableta Gráfica y Lápiz Óptico 102
Desarrollo 104
Fase 1: Entendimiento y Empatía 104
Entrevistas 104
Mural de Entendimiento y Empatía 111
Detección de Puntos de Dolor y Oportunidades 114
Fase 2: Definición 117
Modelado de Perfiles de Usuario 117
Trazado de User Journeys 120
Planteamiento de la Solución 123

Fase 3: Ideación 125
Producto Mínimo Viable 134
Fase 4: Prototipado 135
Storyboards 135
Interfaz de Usuario y Prototipo Interactivo 142
Fase 5: Pruebas 145
Evaluación 151
Dimensión Tecnológica 151
Dimensión Pedagógica 152
Dimensión Funcional 152
Variables Complementarias 153
Conclusiones 155
Recomendaciones 158
Recomendaciones para la Construcción del EVA 158
Recomendaciones para la Creación de Contenido 159
Decálogo para la Inclusión de TIC en un EVA para Alumnos Sordos 161
Índice de Figuras 163
Índice de Tablas 165
Bibliografía 166
Glosario 194
Apéndices Digitales 196

Introducción

Motivación

Este proyecto nace del cruce entre tres dimensiones que han marcado mi recorrido profesional y personal, vinculadas con la tecnología, la educación y la cultura sorda. Como ingeniero, he trabajado durante años en el desarrollo de soluciones tecnológicas, lo que me ha llevado a considerar los sistemas más allá de su lógica funcional, atendiendo a su impacto en las personas. Desde la docencia, he comprendido el potencial transformador de la educación y los desafíos que implica hacerla verdaderamente inclusiva, al mismo tiempo, he dirigido y participado en numerosos proyectos académicos tecnológicamente innovadores. Y como estudiante de la lengua de señas, en diálogo con personas sordas, hipoacúsicas, docentes y lingüistas, me he acercado a una comunidad con una riqueza cultural profunda, históricamente invisibilizada.

En el marco académico, este trabajo se alinea con la práctica profesional realizada durante el 2022, produciendo material didáctico con formato de *micro-learning*, articulados con el departamento de "Diversidad, Equidad e Inclusión" de la empresa multinacional Globant.

A partir de ese entrelazamiento de saberes surgió una inquietud concreta, la de crear un entorno virtual de aprendizaje que coloque en el centro a los estudiantes sordos. La propuesta busca nacer desde sus propios modos de entender el mundo, interactuar y habitar los espacios educativos mediados por tecnología. Este trabajo, que se originó como una inquietud académica, terminó por construir un puente entre mundos que difícilmente convergen.

Justificación

A pesar de los avances normativos, legislativos y tecnológicos, la inclusión educativa de estudiantes sordos sigue enfrentando barreras estructurales. Estas se manifiestan principalmente en la falta de accesibilidad comunicacional, la escasa disponibilidad de materiales adaptados y la limitada preparación docente frente a la pluralidad lingüística (FIAPAS, 2020). Esta situación pone en evidencia que el acceso físico a la escuela o a las plataformas virtuales no resulta suficiente, ya que es necesario garantizar un vínculo genuino con el conocimiento, articulado mediante mensajes comprensibles y entornos culturalmente pertinentes.

Pensar en TIC desde una perspectiva crítica y contextualizada permite abrir nuevas formas de relación entre los estudiantes sordos y sus procesos de aprendizaje. Cuando se diseñan desde una perspectiva inclusiva, las tecnologías digitales abren nuevas posibilidades de representación, comunicación y participación (Garcia Brustenga y Gómez Cardosa, 2024). Sin embargo, distintos autores coinciden en advertir que las soluciones tecnológicas pueden terminar reproduciendo esquemas excluyentes si no parten de una comprensión profunda de las condiciones socioculturales y comunicativas de sus usuarios. (Selwyn, 2016; Williamson, 2018; Benjamin, 2019).

El reciente reconocimiento de la Lengua de Señas Argentina como lengua natural y patrimonio cultural de la comunidad sorda en el país, refuerza la necesidad de que los entornos educativos contemplen propuestas genuinamente bilingües. Incorporar una mirada comunicacional como parte constitutiva del diseño representa un eje central donde convergen identidad, acceso y equidad.

En coherencia con estos principios, la elección metodológica del *design thinking* permite situar la integración de este colectivo como una construcción colaborativa, y no como un criterio

normativo impuesto con métricas de “accesibilidad”. Esta metodología favorece procesos iterativos de resolución creativa de problemas, donde la empatía con los usuarios reales —en este caso, los estudiantes sordos y sus docentes— se convierte en motor de innovación y marco ético (Liedtka, 2018).

La relevancia de este trabajo se sostiene en su intención de aportar al diseño capaz de articular decisiones tecnológicas con propuestas pedagógicas sólidas, comprometidas con el valor cultural y lingüístico de la comunidad sorda. Frente a un sistema que ha tendido a desatender sus particularidades, este tipo de desarrollos representa un paso significativo hacia formas de enseñanza más justas y comunicativamente accesibles.

Aquí, la accesibilidad se plantea desde el inicio como un eje transversal que orienta tanto las decisiones pedagógicas como las tecnológicas. Cada elección vinculada a la lengua o al diseño visual del entorno busca favorecer la comprensión, facilitar el acceso y consolidar una participación activa del estudiantado.

Hipótesis y Objetivos

El desarrollo del proyecto partió de una idea de trabajo que guió las decisiones clave y permitió delimitar las acciones a seguir. Se sostuvo la hipótesis de que un diseño centrado en el usuario, cuando se aplica a entornos virtuales, puede favorecer un uso más eficaz de las TIC en sintonía con las necesidades educativas de estudiantes sordos e hipoacúsicos.

El objetivo general fue diseñar y construir el prototipo de un entorno virtual de aprendizaje para alumnos sordos e hipoacúsicos.

En específico:

- Analizar las últimas tecnologías disponibles y seleccionar las más adecuadas para el EVA, teniendo en cuenta la problemática de la comunidad educativa a la que se dirige;

- utilizar la metodología *design thinking* para el proceso de diseño y prototipado del EVA;
- realizar un prototipo interactivo del EVA diseñado;
- evaluar los objetivos realizando pruebas con el prototipo.

Alcance

Esta iniciativa se desarrolla bajo un enfoque de diseño centrado en el usuario, guiado por la metodología *design thinking*, cuyo recorrido abarca las etapas de entendimiento, definición, ideación, prototipado y prueba. Como resultado, se elaboró un prototipo navegable utilizando la herramienta Figma.

El trabajo no contempla la implementación técnica ni el desarrollo integral del software diseñado. En cambio, se presenta una instancia preliminar, con una versión suficientemente desarrollada como para explorar su estructura y navegación, y para analizar cómo el enfoque metodológico incidió en su configuración. El objetivo fue validar conceptos clave, identificar mejoras posibles y recoger impresiones de usuarios, con especial atención a la comunidad sorda.

El prototipo constituye una representación simplificada del producto final. Reúne los elementos fundamentales de la propuesta con el fin de facilitar su testeo, comprensión y reformulación. Su valor deriva de ser un modelo abierto, en constante ajuste con las necesidades de los usuarios y con el horizonte tecnológico disponible (Lewrick, Thommen, et al., 2020).

Este proyecto no busca establecer de forma exhaustiva y final las bases técnicas ni comunicacionales del desarrollo completo. Se propone, más bien, ofrecer un modelo replicable y adaptable que pueda ser retomado, ampliado o reformulado en futuras instancias de producción interdisciplinaria.

Aportes

Este trabajo aporta un prototipo navegable de entorno virtual de aprendizaje, pensado para estudiantes sordos y construido sobre una base metodológica centrada en el usuario. Este prototipo puede tomarse como punto de partida para exploración, iteraciones adicionales o su implementación. El diseño atendió a necesidades concretas detectadas en las primeras etapas del proceso.

Durante el recorrido surgieron conocimientos aplicados que resultan útiles para tecnólogos educativos, equipos de desarrollo de software, diseño instruccional y formación docente. Se identificaron criterios para crear contenido accesible y se definieron lineamientos para abordar técnicamente el artefacto diseñado. La articulación entre herramientas como Miro y Figma, *design thinking* y metodologías participativas como la "Escalera del Feedback" posibilitó un diseño coherente, basado en entendimientos situados y abierto a nuevas iteraciones. Este proceso deja un antecedente valioso sobre el uso de este conjunto metodológico con fines tecnoeducativos.

Junto al prototipo, se presenta un marco replicable para construir entornos orientados por una perspectiva social y culturalmente consciente. Las recomendaciones técnicas y pedagógicas, el decálogo y la sistematización de los procesos iterativos constituyen recursos transferibles con potencial para fortalecer nuevos proyectos de educación digital inclusiva.

El aporte de este trabajo se expresa tanto en su contenido como en su forma, al integrar voces habitualmente apartadas, documentando el recorrido completo del proyecto y proponiendo un modelo anclado en la justicia comunicacional y educativa, instrumentado con propuestas tecnológicas innovadoras.

Estructura del Documento

El registro documental se organiza en siete grandes secciones que siguen una lógica progresiva, coherente con el enfoque metodológico adoptado y los objetivos propuestos. Cada parte fue estructurada para favorecer una comprensión progresiva del problema, considerando su contexto, las decisiones tomadas y los resultados alcanzados.

La sección introductoria dio un contexto general y presentó la motivación personal que impulsó la propuesta, la justificación de su relevancia para la tecnología educativa, la hipótesis de trabajo, los objetivos, el alcance propuesto y los aportes previstos.

A continuación, la sección de Antecedentes profundiza en tres líneas fundamentales que abordan el panorama educativo de la comunidad sorda, el análisis de investigaciones previas sobre entornos virtuales particularmente con componentes de accesibilidad, y el marco normativo y político que regula la inclusión educativa a la fecha. Estos antecedentes permiten situar el problema desde una perspectiva amplia y actual que integra lo social, lo pedagógico y lo técnico.

El Estado del arte revisa las principales tendencias tecnológicas aplicadas a la educación, con foco en las plataformas virtuales y sus niveles de accesibilidad.

El Marco teórico presenta los conceptos que sustentan los ejes centrales del proyecto. Incluye reflexiones sobre identidad sorda, modelos educativos, fundamentos del diseño instruccional accesible y rasgos distintivos de los entornos virtuales de aprendizaje. Se abordan además teorías del aprendizaje relevantes y TIC pertinentes para la educación de personas sordas.

La sección de Metodología expone el enfoque elegido, detallando sus fases y las herramientas de apoyo empleadas en el proceso. Se describen tanto instrumentos analógicos

como digitales, y se justifica su selección en función del espíritu iterativo y centrado en el usuario.

La sección de Desarrollo documenta el recorrido práctico de cada etapa, desde la etapa de entendimiento hasta la de pruebas con el prototipo. Se presentan hallazgos, decisiones de diseño, muestras del entorno y análisis de los resultados obtenidos a partir del feedback de potenciales usuarios reales. Esta parte funciona como la columna vertebral del trabajo, articulando teoría y práctica.

Finalmente, las secciones de Discusión, Conclusiones y Recomendaciones integran los aprendizajes obtenidos, evaluando el alcance del trabajo y proponiendo lineamientos para futuras implementaciones. A modo de cierre proyectivo, se incluye un decálogo que resume los principios clave para el desarrollo del EVA diseñado y del contenido que le dará vida, desde una perspectiva de equidad educativa e inclusión comunicacional.

Esta organización busca facilitar la navegación por el documento, permitiendo que los lectores encuentren puntos de entrada relevantes a sus propios intereses y campos de los que provengan.

Antecedentes

Panorama Educativo de la Comunidad Sorda

Los datos disponibles sobre la situación educativa de la comunidad sorda en distintas regiones del mundo muestran una ausencia persistente de garantías reales para acceder a una educación de calidad. Esta limitación se manifiesta tanto en países con sistemas consolidados como en aquellos de menores ingresos. Si bien el derecho a una educación inclusiva está contemplado en diversos marcos legales, su cumplimiento dista todavía de convertirse en una realidad para millones de personas sordas.

El análisis se organiza en tres niveles. Primero el contexto global, luego América Latina y finalmente el caso argentino. En cada uno se exploran aspectos fundamentales como el acceso a la escolarización, la comunicación, la formación docente, los recursos educativos adaptados y las condiciones de accesibilidad digital, todos ellos vinculados al desarrollo de trayectorias educativas más equitativas.

Datos a Nivel Mundial

En el plano internacional, la comunidad sorda atraviesa serias dificultades tanto para acceder al sistema educativo como para permanecer en él con garantías de calidad. Se calcula que existen alrededor de 70 millones de personas sordas en el mundo, usuarias de más de 200 lenguas de señas distintas (Boi-Dsane, 2024). Entre la población infantil, cerca de 34 millones de niños y niñas presentan pérdida auditiva significativa (Murray et al., 2019). Una gran proporción queda fuera de la escolarización formal y sin posibilidades concretas de aprendizaje.

Acceso a la Educación. Se estima que ocho de cada diez niños sordos no acceden al sistema escolar. Solo una minoría participa de la educación formal, y dentro de ese grupo son

escasos quienes reciben una propuesta bilingüe. La mayoría atraviesa experiencias educativas basadas en enfoques oralistas, sin acceso garantizado a su lengua natural. Esta omisión contradice lo establecido por la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, que reconoce la necesidad de entornos que promuevan el desarrollo lingüístico, cognitivo y social desde una perspectiva respetuosa de la lengua de origen (Murray et al., 2019).

Dimensión Comunicacional. La lengua de señas resulta fundamental para los procesos educativos de los estudiantes sordos, aunque su presencia en contextos escolares formales sigue siendo escasa. Menos del dos por ciento accede tempranamente a esta lengua durante la infancia (Murray et al., 2019). Esta ausencia temprana interfiere de forma crítica en el desarrollo del lenguaje, limitando la posibilidad de construir sentido, formular preguntas y dialogar con otros. Numerosos estudios muestran que la educación bilingüe, basada en lengua de señas combinada con lengua escrita u oral, mejora notablemente los resultados académicos y lingüísticos. Sin embargo, muchas instituciones educativas aún no ofrecen esa posibilidad. En 2019, apenas 41 países reconocían legalmente alguna lengua de señas; hacia 2022, esa cifra ascendía a 62 (Boi-Dsane, 2024; Agencia UNQ, 2022). El reconocimiento legal no siempre se traduce en implementación concreta, ya que pocos sistemas educativos la adoptan como idioma de enseñanza. En muchos casos, la privación del lenguaje comienza en el hogar, dado que la mayoría de los niños sordos nacen en familias oyentes que no conocen esta lengua, y continúa en escuelas donde su uso no está previsto.

Capacitación Docente. A nivel mundial, son escasos los profesionales formados para acompañar adecuadamente el proceso educativo de estos estudiantes. En muchos países, la capacitación docente en esta área es limitada, lo que impacta de forma directa en la calidad del vínculo pedagógico. Aun cuando los estudiantes acceden a la escolaridad, se enfrentan con

barreras comunicativas persistentes. Una de las más significativas es que menos del diez por ciento de los educadores que trabajan con este colectivo domina su lengua (Canales, 2013). Esta carencia compromete tanto la comprensión mutua como la planificación didáctica. Las dificultades se agravan en contextos donde tampoco hay intérpretes ni asistentes formados, y donde los servicios de traducción presentan una marcada desigualdad en cobertura y calidad (WFD, 2019).

Contenido Educativo Adaptado. Desde 2016, UNICEF ha impulsado el desarrollo de libros de texto digitales que incorporan videos producidos especialmente para personas sordas. Para 2023, estos materiales se utilizaron en nueve países de África Oriental, América Latina y el Caribe, alcanzando a más de 2.500 estudiantes y permitiendo la elaboración de 66 prototipos (Zero Project, 2023).

Accesibilidad en Entornos Virtuales. En el transcurso de la pandemia del COVID-19, la mayoría de las plataformas y contenidos virtuales carecían de condiciones adecuadas para estudiantes con discapacidad auditiva (UNESCO, 2023). La ausencia de intérpretes en vivo, la escasez de subtítulos en los videos educativos y la desatención de las necesidades específicas de estos estudiantes hicieron que muchos quedaran rezagados durante la enseñanza remota, incluso en países desarrollados como Estados Unidos a pesar de sus avances en inclusión (NAD, s.f.). Más adelante se analizará el impacto de la pandemia en la disponibilidad de acceso a la educación virtual.

Tabla 1

Panorama educativo de la comunidad sorda: indicadores globales clave.

Indicador	Dato
Niños con pérdida auditiva	~34 millones[a]
Personas sordas usuarias de lengua de señas	~70 millones[b]
Lenguas de señas existentes en el mundo	200+[c]
Países que reconocen oficialmente la LS	41 en 2019, 62 en 2022[b]
Niños sordos sin escolarización formal	~80%[a]
Niños sordos con acceso temprano a LS	< 2%[a]

Nota. [a]Murray et al. (2019). [b]Agencia UNQ (2022). [c]Boi-Dsane (2024).

La Tabla 1 sintetiza los indicadores globales que muestran una profunda marginación educativa de la población sorda. A nivel mundial, los jóvenes sordos enfrentan menores tasas de escolarización y finalización educativa, principalmente debido a barreras de comunicación y a sistemas educativos que no se adaptan a sus necesidades. La exclusión empieza temprano —con falta de acceso a lenguaje desde la primera infancia— y se acumula a lo largo de la vida, resultando en que un alto porcentaje de personas sordas adultas tenga bajos niveles educativos y competencias limitadas en lecto-escritura. Esta desigualdad educativa tiene impactos de por vida en tasas de empleo, ingresos y calidad de vida de la comunidad sorda, perpetuando desigualdades estructurales.

Realidad Latinoamericana

La situación educativa de las personas sordas en América Latina y el Caribe reproduce en buena medida las tendencias globales, aunque presenta particularidades propias de la región. Según UNICEF (2021), en la región viven cerca de 19,1 millones de niños con discapacidad. Al

extrapolar el porcentaje estimado de discapacidad auditiva, se calcula que entre el 15% y el 20% de los casos corresponden a estas dificultades, lo que representa a varios millones de jóvenes con sordera o hipoacusia en la región.

Acceso y Asistencia Escolar. La región ha mostrado históricamente altos niveles de exclusión escolar entre niñas y niños con discapacidad. Cuando logran acceder a la escolaridad, las trayectorias suelen ser precarias, fragmentadas y marcadas por una fuerte discontinuidad. En México, por ejemplo, el censo de 2014 mostró que el 86% de las personas sordas de entre 3 y 29 años no asistía a la escuela ni siquiera con apoyos auditivos. Apenas un 14% accedía a educación formal (Vazquez, 2017). Este dato es una muestra de que la escolarización regional de alumnado sordo está muy por debajo de la de sus pares oyentes. Incluso entre quienes logran ingresar, las tasas de finalización son bajas entre los estudiantes sordos. Muchos de ellos abandonan la escuela en etapas tempranas, en general por falta de apoyos adecuados y por barreras que obstaculizan su participación (Di Niro, 2023).

A esta situación se suman datos recientes que permiten dimensionar la magnitud del problema a nivel regional. En América Latina, se estima que aproximadamente el 15% de los niños con discapacidad está fuera del sistema escolar, y quienes logran ingresar presentan tasas de deserción más altas que el promedio (UNESCO, 2022). En Brasil, hay más de 19.000 personas sordas en edad escolar matriculadas en la educación especial (INEP, 2025). Es importante resaltar que en muchos países de la región la escasez de datos desagregados es conocida e impide conocer la cobertura real de servicios especializados para jóvenes sordos, aunque diversas organizaciones civiles señalan que esta es insuficiente y no alcanza a todos quienes la requieren (CLADE, 2023). Esta información confirma que el acceso formal no garantiza la inclusión real y que la falta de apoyos adecuados continúa expulsando

silenciosamente a miles de estudiantes sordos del sistema educativo. La organización social FemiNacida (2022), sin citar datos cuantitativos, afirma que esta brecha educativa se traduce luego en altas tasas de desempleo y empleo informal en la adultez.

Dimensión Comunicacional. La integración de la lengua de señas en el ámbito escolar ha avanzado con lentitud. Durante el siglo XX, en numerosos países de la región predominó una tradición oralista fuertemente arraigada. En los últimos veinte años se han logrado avances normativos y hoy en día casi todos las naciones de América Latina reconocen oficialmente a su variante nacional. En Sudamérica, hasta 2022 solamente Argentina y Guyana carecían de una ley nacional al respecto. Diversos Estados como Brasil, Chile, México, Colombia, Uruguay y Paraguay han sancionado leyes que respaldan modelos de educación bilingüe y bicultural para estudiantes sordos. Sin embargo, las disposiciones legales aún distan de materializarse de manera plena en las prácticas escolares (Agencia UNQ, 2022).

Capacitación Docente. En el caso de Chile —dejando para más adelante el análisis del contexto argentino— un estudio reveló que el conocimiento de la Lengua de Señas Chilena entre docentes integradores es sumamente limitado (UNICEF, 2024). El país ha promovido la participación de educadores sordos como asistentes en el aula para mejorar la inclusión. En algunos contextos nacionales como el de Uruguay o Colombia se ofrecen cursos para docentes (Uruguay.uy, s.f.; Universidad Distrital de Colombia, 2025).

Accesibilidad en Contenido y Entornos Virtuales. En América Latina comienzan a emerger experiencias de educación bilingüe orientadas a estudiantes sordos, en formatos aún experimentales. Según UNICEF (2024), en los últimos años se implementaron programas piloto de educación bilingüe en países como Argentina, Colombia, Chile, Cuba y México. En muchos

casos, familias y organizaciones de la sociedad civil asumen la tarea de complementar la educación mediante la producción de videos educativos en lengua de señas que compensan la ausencia de materiales oficiales. Un ejemplo valioso en la región es el portal INSOR Educativo de Colombia, que concentra más de 600 recursos en Lengua de Señas Colombiana, diseñados para distintos niveles escolares (INSOR, s.f.). Durante la pandemia, la brecha digital que afecta a estudiantes con discapacidad se volvió especialmente visible. Muchos emitieron programas de televisión educativa o plataformas online de emergencia. Es relevante señalar que, en sus inicios, pocas de estas propuestas incluyeron intérpretes o subtítulos. Solo tras reclamos de la comunidad sorda, algunos ministerios comenzaron a añadirlos en las transmisiones o materiales (Meresman y Ullmann, 2020). En Uruguay, Brasil y México se reportaron estudiantes sordos que no podían seguir las clases por Zoom o los videos educativos porque no tenían intérpretes en vivo ni contenidos adaptados (BID, 2020; Voz de América, 2020; Milenio, 2020). La crisis sanitaria puso en evidencia las carencias estructurales en accesibilidad digital en la región, recordando que sin planificación inclusiva, incluso las soluciones tecnológicas más ambiciosas reproducen exclusión (BID, 2023).

En resumen, la región ha avanzado en el reconocimiento de los derechos lingüísticos de la comunidad sorda, pero aún enfrenta grandes brechas en la puesta en marcha dentro del sistema educativo. Los datos disponibles evidencian baja escolarización, altas tasas de abandono y muy bajos niveles de logro educativo. No obstante, hay iniciativas prometedoras en marcha —programas bilingües, materiales accesibles, capacitación docente— que de expandirse, podrían achicar o eliminar las barreras persistentes, y asegurar que la próxima generación de estudiantes sordos tenga mayores oportunidades educativas.

La Situación Argentina

A pesar de contar con un sistema educativo obligatorio, a nivel nacional persisten barreras estructurales que dificultan el acceso de la comunidad sorda a una educación inclusiva y de calidad. Esta exclusión se agrava por los altos niveles de pobreza; hacia fines de 2024, el 38% de la población vivía por debajo de la línea de pobreza, aunque es un dato que podría entenderse alentador luego de haberse registrado cifras del 42% y del 52% en semestres anteriores (Lorca, 2025).

De acuerdo con el censo de 2010, más de 900.000 hogares en el país incluían al menos una persona con limitación auditiva permanente (Agencia UNQ, 2022). Las proyecciones actuales estiman alrededor de 1,2 millones de personas con pérdida de la audición, es decir, entre el 2% y el 3% de la población total (Omose, 2023). Esta condición representa el 18% de todas las discapacidades en Argentina, situándose entre las más prevalentes.

Cada año nacen entre 700 y 2.100 bebés sordos, según datos del Ministerio de Salud (Canales, 2013). Este dato adquiere especial relevancia si se considera que más del 90% provienen de familias oyentes. Esta circunstancia reduce las posibilidades de acceso temprano a la comunicación y refuerza la privación lingüística en los primeros años de vida.

Aunque la LSA es la lengua natural de la comunidad sorda, no contaba con reconocimiento legal hasta 2023, cuando se promulgó la Ley 27.710. Este avance normativo constituye un hito que abre la posibilidad de construir una educación formal bilingüe.

Actualmente existen en el país 77 escuelas para sordos, distribuidas de forma desigual entre provincias. Este dato ilustra tanto la presencia histórica de instituciones especializadas como la fragmentación del sistema. La primera escuela para sordos del país fue fundada en 1857 (Oviedo, 2015; Sutera, 2023).

El Censo 2022 incorporó por primera vez preguntas específicas para identificar a las personas con discapacidad, basadas en las recomendaciones del Grupo de Washington. Hasta ahora, no se han difundido datos específicos relacionados con esta población. Tampoco se conocen cifras de uso de LSA (Chiaro, 2022).

Tabla 2

Panorama educativo de la comunidad sorda: la situación argentina.

Indicador	**Datos**
Acceso a la educación formal	86% de los alumnos sordos no usan LSA con sus docentes.[a] 82% de niños con alguna discapacidad están escolarizados.[b]
Tasas de graduación	43% de las personas sordas alcanza a completar la educación primaria.[c] No se encontraron datos con respecto a la educación superior.
Alfabetización y comprensión lectora	80% de las personas sordas en Argentina tienen serias dificultades en lectoescritura.[d]
Uso de la LSA	95% de las personas sordas nacen en hogares oyentes. 86% de los estudiantes sordos integrados no cuenta con docentes que dominen la LSA[a]
Capacitación docente	< 10% de los docentes que trabajan con alumnos sordos puede comunicarse eficazmente en LSA.[d]
Contenido adaptado	la mayor parte del material pedagógico no está adaptado para estudiantes sordos.[d]
Accesibilidad en educación en línea	No se encontraron cifras respecto de la accesibilidad en EVA o LMS. Se sabe que muchos dependieron de familiares para traducirles las clases en Zoom o los videos educativos del Estado durante la pandemia del COVID-19.[c]

Nota. [a]Agencia UNQ (2022). [b]Vogliotti et al., (2013). [c]Di Niro (2023). [d]Canales (2013).

Como muestra la Tabla 2, Argentina enfrenta graves dificultades en la integración escolar de su comunidad sorda. A pesar de la obligatoriedad escolar y de los esfuerzos aislados, en la práctica miles de estudiantes sordos transitan por la escuela sin acceder a una enseñanza que los escuche, los nombre y los incluya. Las consecuencias son claras, ya que la mayoría de los adultos sordos en el ámbito nacional no posee título secundario —limitando sus oportunidades laborales— y un porcentaje significativo tiene competencias básicas de lectoescritura muy por debajo de lo necesario para la vida cotidiana independiente.

Avances y Nuevas Perspectivas. Además de la Ley de LSA, existen escuelas y proyectos pioneros —por ejemplo, escuelas bilingües en la ciudad de Buenos Aires y Mendoza, donde se enseña en LSA y español escrito— que han demostrado mejores resultados en alumnado sordo. Universidades como la Universidad Nacional de Quilmes han comenzado a ofrecer LSA como materia optativa para oyentes, buscando crear entornos más inclusivos (Agencia UNQ, 2022). Organizaciones de la sociedad civil (Confederación Argentina de Sordos, Asociación de Sordomudos de Ayuda Mutua, Canales, etc.) están activas en la concientización y provisión de recursos, capacitación a familias, producción de material en LSA y asesoramiento a instituciones.

Reflexiones sobre el Panorama Global, Regional y Nacional

La evidencia disponible pone de manifiesto profundas desigualdades educativas que atraviesan a la comunidad sorda en todas las escalas. A nivel global, la mayoría de los niños sordos permanecen fuera de la escuela. En América Latina y en Argentina, incluso quienes logran acceder al sistema escolar se enfrentan con obstáculos comunicacionales que limitan su desarrollo académico. La escasa formación de los docentes en lengua de señas y la falta de contenidos adaptados son déficits recurrentes en todos los niveles del sistema.

Esta situación plantea la necesidad urgente de políticas inclusivas que garanticen la presencia de intérpretes, docentes bilingües, materiales accesibles y tecnologías pertinentes desde los primeros años hasta la enseñanza superior. Únicamente mediante transformaciones estructurales sostenidas por inversión y decisiones políticas firmes podrá avanzarse hacia una educación que contemple en igualdad de condiciones a niños, niñas y jóvenes sordos.

Antecedentes Investigativos

Esta sección presenta una síntesis de los antecedentes más relevantes, acompañada de algunas reflexiones que contribuyen a contextualizar y sustentar tanto los objetivos del proyecto como su posterior desarrollo. A modo complementario, la Tabla 3 ofrece un resumen estructurado de los trabajos seleccionados, lo cual facilita su análisis comparativo.

EVA Diseñados para Alumnos Sordos

La mayoría de los trabajos analizados se enfocan en desarrollar y evaluar entornos virtuales específicos para personas sordas, abordando distintas barreras que limitan su acceso educativo.

En Argentina, se destaca especialmente la tesis de Fachal (2024), quien desarrolló un entorno 3D utilizando OpenSimulator, diseñado para ajustarse al estilo de aprendizaje visual y señante propio de las personas sordas. Sobresale la combinación de recursos gráficos claros, videos explicativos en LSA y comunicación basada en texto y emojis animados, acompañada por una metodología detallada para replicar o adaptar esta experiencia. Sus resultados evidencian niveles elevados de comprensión y apropiación, algo infrecuente en propuestas educativas digitales convencionales con alumnado sordo.

Con énfasis en la tecnología, Adamo-Villani et al. presentaron un entorno inmersivo de realidad virtual con personajes 3D que enseñan matemáticas en ASL a estudiantes sordos de nivel inicial. Este estudio, con un diseño iterativo orientado al usuario, aporta claves sobre el tipo de interacciones más efectivas en contextos educativos virtuales para este colectivo.

Al-Jarrah (2019) desarrolló un entorno colaborativo para estudiantes sordos jordanos imposibilitados de asistir a clases presenciales. El proyecto adapta métodos clásicos del aprendizaje cooperativo a formatos digitales, integrando videollamadas, pizarras compartidas y chats visuales para fomentar la participación grupal y el aprendizaje colaborativo.

En Madrid, González-Montesino y Espada Chavarría (2020) presentan un caso institucional en la Universidad Rey Juan Carlos, donde se establecieron entornos educativos bilingües y multimodales, con LSE como lengua vehicular. La experiencia se destaca por mostrar la viabilidad de implementar entornos inclusivos con participación activa tanto de estudiantes sordos como oyentes.

Por último, el estudio de Eden y Ingber (2012), centrado en la estimulación cognitiva a través de VR, analiza cómo el uso de entornos inmersivos puede potenciar habilidades como la percepción temporal y la organización secuencial en niños con hipoacusia. Si bien no se trata de un EVA en sentido estricto, ofrece fundamentos teóricos que refuerzan el valor de tecnologías disruptivas como apoyo al desarrollo integral de personas sordas.

Revisiones Sistemáticas

Otro conjunto de investigaciones ofrece una visión integral sobre el estado actual de las tecnologías relacionadas con la lengua de señas en contextos digitales. Rodríguez-Correa et al. (2023), de Colombia y Perú, identificaron cinco líneas principales de desarrollo mediante una revisión sistemática: traductores automáticos, aplicaciones educativas, subtitulado automatizado,

contenidos digitales inclusivos y sistemas visuales o basados en texto. Este estudio pone en evidencia desigualdades regionales en el acceso y subraya que varias de estas herramientas permanecen aún en etapas experimentales.

Aziz y Othman (2023) también abordaron el tema, concentrándose en la evolución histórica de los avatares intérpretes durante cuatro décadas. Analizaron aspectos técnicos y expresivos, destacando la falta de estándares que limita su aceptación generalizada y las dificultades para equilibrar realismo y confort visual en avatares demasiado humanizados.

En un enfoque complementario, Martins et al. (2015) presentan un mapeo de tecnologías disponibles para integrar la LS en plataformas de *e-learning*. El artículo organiza el proceso de traducción en tres etapas —reconocimiento, representación y conversión— y discute distintos dispositivos y algoritmos vinculados a cada fase. Aunque el panorama ha cambiado desde su publicación, el marco general sigue siendo útil para identificar cuellos de botella y áreas donde el desarrollo tecnológico avanza más lentamente.

Estudios de Recursos Existentes

Un conjunto de investigaciones recientes analiza la manera en que las personas sordas interactúan con los recursos digitales educativos y miden su efectividad. Gehret y Elliot (2025) evaluaron el uso de tutoriales multimedia asíncronos en el área de química, aplicando un enfoque metodológico mixto. Observaron que decisiones de diseño como la segmentación del contenido mejoran la comprensión, mientras que la redundancia entre texto y audio puede generar confusión. El estudio incorpora aportes directos de los estudiantes, quienes señalaron qué elementos facilitan o dificultan el acceso a la información.

En otro contexto, Prado et al. (2025) investigaron el rol de las familias en procesos de formación continua virtual en Ecuador. Concluyeron que su involucramiento activo incide

positivamente en la permanencia educativa. A su vez, subrayaron la necesidad de acompañar a los adultos responsables con formación adecuada, y de desarrollar entornos utilizables sin requerir intermediación técnica o especializada.

Estos estudios ponen en primer plano la dimensión social del aprendizaje, al mostrar que la eficacia de un EVA se construye tanto en sus componentes tecnológicos como en las condiciones socioculturales que lo acompañan.

Propuestas Didácticas y Enfoques Pedagógicos

Algunos trabajos recientes han desarrollado propuestas educativas innovadoras, alineadas con las particularidades comunicativas y cognitivas de la comunidad sorda. Niksiar et al. (2025), por ejemplo, diseñaron un entorno de aprendizaje basado en tareas significativas e interdisciplinarias y pertinentes al mundo real, expresadas en lengua de señas. Los resultados evidencian mejoras en la comprensión y el compromiso, destacando el valor de contenidos contextualizados que conectan con la experiencia cotidiana del estudiante.

Estos aportes refuerzan una idea clave, que señala que traducir contenido no es suficiente. Resulta indispensable construir experiencias educativas completas, culturalmente coherentes y emocionalmente significativas.

El conjunto de antecedentes revisados muestra un campo en expansión que avanza en múltiples frentes. Algunos trabajos desarrollan herramientas tecnológicas, otros proponen marcos conceptuales o abordan dimensiones socioculturales. En su heterogeneidad, todos coinciden en señalar la necesidad de un diseño educativo que respete y potencie las formas visuales, lingüísticas y culturales propias de las personas sordas.

Tabla 3

Antecedentes investigativos en el campo del diseño de EVA para alumnos sordos.

Año	País	Título	Enfoque	Contribución clave
2025[1]	Ecuador	La familia: un ambiente clave en el aprendizaje en personas estudiantes sordas, en procesos virtuales de educación contínua.	Clases virtuales con intérpretes de LS en vivo.	Recomendación de plataformas con subtitulado automático e intérpretes en tiempo real.
2025[2]	EE. UU.	Percepciones del *e-learning* por parte de estudiantes sordos y con dificultades auditivas que utilizan tutorías multimedia asíncronas.*	Clase asíncrona multimedia accesible. Diseño basado en principios multimedia.	Se comprobó la eficacia de la segmentación de contenido según la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (CTML).
2025[3]	Chipre	Eficacia de un EVA auténtico para alumnos sordos.*	Aprendizaje auténtico en plataforma de *e-learning* con LS en videos.	Aumento de motivación y participación de estudiantes sordos.
2024[4]	Argentina	Posibilidades pedagógicas de los entornos virtuales 3D en el acompañamiento del aprendizaje de personas con discapacidad auditiva.	Entorno 3D con avatares, videos en LS incrustados, emojis para expresar señas/emociones.	Directrices para el diseño de un Entornos Virtuales 3D para discapacitados auditivos.
2023[5]	Colombia y Perú	Beneficios y desarrollo de tecnologías de apoyo para la comunicación de las personas sordas: Una revisión sistemática.*	Revisión de antecedentes para identificar tecnologías existentes, sus contextos geográficos y brechas de investigación.	Mapa de TIC asistivas basadas en LS, brechas de investigación y reivindicación del diseño centrado en la comunidad sorda.
2020[6]	España	Espacios universitarios de aprendizaje inclusivos, bilingües y multimodales: el caso del alumnado sordo signante.	Entornos presenciales y virtuales multimodales bilingües con apoyo de intérpretes para estudiantes de LSE.	Resultado positivo en el desarrollo de competencias lingüísticas en LSE entre estudiantes oyentes.

Año	País	Título	Enfoque	Contribución clave
2020[7]	Jordania	Desarrollo de entornos virtuales de aprendizaje colaborativo para mejorar el aprendizaje de las personas sordas en Jordania.*	Adaptación de modelos clásicos de aprendizaje colaborativo a EVA con video, avatares, chat bilingüe y pizarras compartidas.	Integración de varias herramientas TIC en un solo entorno de aprendizaje para estudiantes sordos.
2017[8]	Brasil	Evolución y tendencias en los sistemas de avatares de la lengua de signos: Un viaje de 40 años a través de una revisión sistemática.*	Avatar de LS integrado a contenido educativo digital.	Nivelación del ritmo de los alumnos sordos con el de los oyentes.
2015[9]	Portugal	Opciones accesibles para las personas sordas en las plataformas de aprendizaje electrónico: soluciones tecnológicas para la traducción a LS.*	Reconocimiento de señas por sensores/cámaras y avatares 3D para traducción automática.	Estructura conceptual de tres etapas fundamentales para traducir a LS: reconocer, representar y traducir.
2014[10]	Israel	Mejora de la capacidad de contar historias en un entorno virtual entre niños sordos y con dificultades auditivas.*	Desarrollo de habilidades cognitivas en niños sordos usando VR.	Mejora significativa de los logros narrativos tras la intervención con RV.
2007[11]	EE. UU.	Un entorno virtual de aprendizaje para niños sordos: Diseño y evaluación.*	Uso de VR en EVA para alumnos sordos.	Aprendizaje inmersivo para niños sordos a partir de diseño y evaluación centrados en el usuario.

Nota. *Los títulos fueron traducidos al castellano con la herramienta en línea DeepL (s.f.). Las filas están ordenadas por año descendiente.

Fuentes: [1]Prado et al. (2025), [2]Gehret y Elliot (2025), [3]Niksiar et al. (2025), [4]Fachal (2024), [5]Rodríguez-Correa et al. (2023), [6]González-Montesino y Espada Chavarría (2020), [7]Al-Jarrah (2018), [8]Aziz y Othman (2023), [9]Martins et al. (2015), [10]Eden y Ingber (2014), [11]Adamo-Villani (2007).

Política Educativa y Marco Normativo

La política educativa constituye un entramado de principios, normativas y lineamientos que orientan el sentido ético, social y pedagógico de los sistemas educativos. En las últimas décadas, la noción de una educación abierta y equitativa ha ido ganando peso en las agendas internacionales, regionales y nacionales, respaldada por leyes, declaraciones y programas que proponen transformaciones estructurales en distintas dimensiones, como el acceso, la permanencia, el rediseño institucional y la integración de formatos pedagógicos diversos.

Este apartado recorre las pautas que sostienen ese viraje, desde los marcos internacionales que consagran la participación activa formativa como derecho, hasta los desafíos de implementación en el plano nacional. Se incluyen reflexiones sobre las tensiones regionales frente a los procesos de digitalización y se introducen perspectivas contemporáneas sobre diseño institucional e innovación pedagógica.

La Inclusión como Principio Educativo

La aprobación de la Agenda Educación 2030 por parte de la UNESCO en 2015 marcó un cambio de paradigma, posicionando la inclusión, la equidad y la calidad como ejes centrales de la política educativa. Formalizado en la Declaración de Incheon, este enfoque entiende la educación como un derecho humano, un bien público y una responsabilidad colectiva (UNESCO, 2015). El documento propone metas concretas, entre ellas garantizar el acceso universal a la educación básica, eliminar barreras estructurales y asegurar la incorporación de personas con discapacidad en todos los niveles del sistema.

América Latina ha adoptado estos principios de manera contextualizada. El informe de SITEAL (2019) identifica cinco prioridades regionales, entre ellas la inclusión, la equidad, la calidad, la sustentabilidad y la innovación. Esta visión propone ampliar el acceso y, al mismo

tiempo, revisar integralmente la estructura del sistema educativo, incluyendo la gestión, el currículum, las prácticas docentes y la evaluación.

El concepto de aprendizaje a lo largo de la vida, presente en estos documentos, exige modalidades formativas más abiertas, flexibles y adaptativas. En contextos de exclusión, se vuelve imprescindible explorar nuevas formas de enseñanza y fortalecer las capacidades institucionales para que el derecho a la educación sea efectivo.

La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad —ratificada en Argentina mediante la Ley N.º 26.378 (República Argentina, 2008)— refuerza este mandato al exigir que los Estados garanticen un sistema educativo verdaderamente sin exclusiones y continuo. La eliminación de barreras comunicacionales y los ajustes razonables constituyen condiciones mínimas para garantizar el ejercicio pleno de derechos y no deben entenderse como concesiones.

La participación efectiva en este marco, se construye en múltiples niveles, como compromiso internacional, en calidad de desafío regional y a modo de horizonte nacional que articula lo legal con lo pedagógico.

Políticas Regionales y Nuevos Escenarios

En América Latina, los principios internacionales en torno a la equidad formativa se han resignificado frente a contextos marcados por desigualdades históricas y tecnológicas. Las políticas educativas deben responder a una doble exigencia que implica ampliar derechos y lidiar con profundas brechas sociales, económicas y de infraestructura digital. En este escenario, la incorporación de tecnologías ha sido leída como oportunidad, pero también como objeto de disputa en torno a su sentido y alcance.

Si bien los Estados de la región han asumido compromisos para promover una educación abierta y de calidad, estas intenciones conviven con las limitaciones derivadas de un desarrollo tecnológico desigual. Las brechas de conectividad, la escasa capacitación docente y las asimetrías en el acceso real a recursos digitales desafían cualquier intento de democratización de la educación (SITEAL, 2019).

Rama Vitale (2019) caracteriza la expansión de la educación a distancia en la región como un proceso fragmentado, atravesado por distintas fases. Desde los modelos tradicionales iniciales pasando por la irrupción del sector privado, hasta la actual diversificación de modalidades, cada etapa implicó tensiones entre innovación pedagógica, regulación normativa y control institucional. Este panorama se complejiza aún más en países como Argentina, Brasil o Perú, donde las políticas de virtualización coexisten con ofertas transnacionales que desafían la soberanía educativa.

Como destacan Borrego Gómez et al. (2017), las universidades de la región han debido reconfigurar sus estructuras organizativas para sostener propuestas formativas virtuales que respondan a criterios de pertinencia y calidad. Esta transformación requiere políticas de gobernanza específicas, fortalecimiento docente y acompañamiento efectivo a estudiantes en contextos diversos.

El futuro de la educación en América Latina dependerá de la capacidad de diseñar políticas situadas que combinen marcos globales con respuestas a las urgencias locales.

El Contexto Argentino

En el plano nacional, el principio de inclusión cuenta con respaldo normativo sólido. La Ley de Educación Nacional Nº 26.206, sancionada en 2006, define la educación como un derecho personal, social y un bien público garantizado por el Estado (República Argentina,

2006). A lo largo de su articulado, incorpora nociones clave como justicia social, equidad y diversidad, configurando el marco legal del sistema educativo argentino.

Esta normativa, en concordancia con la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, establece obligaciones concretas para el Estado, entre ellas garantizar condiciones materiales, pedagógicas y culturales que permitan a todos los estudiantes acceder, permanecer y egresar del sistema educativo sin discriminación (República Argentina, 2006; 2008). Contempla además modalidades específicas —como la educación especial, la rural o la de jóvenes y adultos— que buscan ampliar el alcance efectivo del derecho a la educación.

En la práctica, las políticas públicas derivadas de este marco enfrentan obstáculos estructurales. Como señala Tedesco (2009), persisten tensiones entre lo que la ley establece y las posibilidades reales de implementación, evidentes en las dificultades para transformar dinámicas institucionales y construir entornos escolares verdaderamente inclusivos.

La incorporación de TIC en la educación argentina ha tenido resultados dispares. Programas como Conectar Igualdad lograron avances en distribución de recursos, pero su impacto fue limitado por desigualdades territoriales, intereses políticos y falta de infraestructura, así como de formación docente (Ministerio de Educación de Argentina, 2015).

A nivel legal, el principio de accesibilidad está expresamente reconocido. Sin embargo, garantizarlo implica algo más que la eliminación de barreras físicas y requiere el uso de formatos que aseguren la participación efectiva de todos los estudiantes. En este cruce entre norma, política y pedagogía se juega la posibilidad de transitar de una inclusión nominal a una inclusión concreta.

Innovación, Diseño y Accesibilidad en la Educación del Siglo XXI

Las transformaciones sociales, tecnológicas y culturales del siglo XXI han desafiado los modelos educativos tradicionales, tanto en sus contenidos como en sus formas organizativas. La educación, entendida como proceso vivo, exige una revisión constante de sus fines, sus dinámicas institucionales y su vínculo con los estudiantes y las comunidades (Pinto, 2019).

Según Lila Pinto (2019), innovar no implica simplemente incorporar tecnología, sino intervenir en el corazón mismo del modelo escolar. Esta transformación cuestiona rutinas, roles, estructuras y criterios de evaluación, exigiendo nuevas respuestas a la subjetividad contemporánea, las formas de producción del conocimiento y los modos de construir ciudadanía. Habilidades como la colaboración, la comunicación multimodal o la alfabetización digital requieren dispositivos pedagógicos adecuados a las prácticas sociales actuales.

En la misma línea, Lugo (2011) plantea que la innovación debe ir acompañada de un rediseño institucional profundo. Señala la necesidad de promover liderazgos distribuidos, gestión del conocimiento en red y formación permanente de equipos directivos como condiciones para que el cambio ocurra desde dentro del sistema.

A su vez, la accesibilidad ha dejado de ser entendida como adaptación para convertirse en principio estructurante. La incorporación de materiales específicos resulta insuficiente; se requiere diseñar entornos flexibles, multiformato y con multiplicidad cultural desde su origen. El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) ofrece herramientas valiosas para construir propuestas que combinen innovación, equidad y exigencia pedagógica.

La intersección entre innovación tecnológica, diseño instruccional y accesibilidad de plataformas supone asumir que se trata de un proceso continuo que exige decisiones políticas, reflexión pedagógica y una ética educativa comprometida con la justicia social.

La Pandemia del COVID-19 como Punto de Inflexión

El cierre masivo de escuelas en 2020, impulsado por la pandemia de COVID-19, representó una ruptura sin precedentes en la historia reciente de la educación. Más de 190 países suspendieron clases presenciales, afectando al 90% del alumnado global (UNESCO, 2023). Los sistemas educativos, en muchos casos sin preparación previa, recurrieron de forma urgente a modalidades virtuales como único modo de garantizar la continuidad pedagógica. Esta transición expuso tanto las posibilidades de la tecnología como sus límites estructurales, colocando la virtualidad en el centro de la discusión educativa.

A escala global, el uso de plataformas digitales se expandió rápidamente. Coursera, por ejemplo, triplicó sus usuarios en un solo año (Coursera, 2021). Sin embargo, el avance del *e-learning* no fue equitativo. UNICEF (2020) alertó que más de 460 millones de estudiantes quedaron excluidos del aprendizaje remoto por falta de recursos o condiciones básicas en sus hogares. La aceleración digital coexistió con retrocesos en calidad educativa, bienestar emocional y equidad.

América Latina vivió uno de los períodos más prolongados de cierre escolar (CEPAL y UNESCO, 2020). La debilidad estructural de muchos sistemas educativos y la falta de capacidad estatal en algunos países, como Argentina, agravaron las brechas existentes. Las desigualdades en conectividad, equipamiento y acceso a contenidos digitales se acentuaron entre sectores sociales, regiones y comunidades marginadas (CEPAL, 2020).

No obstante, surgieron respuestas creativas como transmisiones educativas por radio y televisión, material compartido por redes sociales y capacitaciones aceleradas para docentes, que marcaron el esfuerzo por mantener el vínculo pedagógico. Aunque limitadas, estas estrategias

revelaron una voluntad de adaptación que abrió paso a nuevas formas híbridas de enseñanza, hoy en expansión.

En Argentina, el panorama fue igualmente complejo y contrastante. Se plantearon políticas de continuidad educativa como el programa “Seguimos Educando”, que articuló contenidos digitales, clases televisadas y materiales impresos (Argentina, 2020). La brecha digital se evidenció en los sectores estudiantiles que no contaban con conexión a internet ni dispositivos adecuados para sostener el aprendizaje virtual (Cardini et al., 2021). A partir de 2021, con el relanzamiento del plan “Conectar Igualdad”, el Estado retomó la entrega de netbooks y la ampliación de la conectividad escolar mientras las universidades comenzaron a institucionalizar modelos mixtos de enseñanza. Entre 2021 y 2022, se distribuyeron más de 600.000 unidades, un déficit respecto al objetivo inicial de distribuir 1,5 millones de unidades por año e insuficiente frente a los más de 5 millones de estudiantes en la educación obligatoria (Educ.ar, 2021).

En el país, antes de la pandemia, solo el 56% de los hogares tenía conexión fija a internet. Entre los estudiantes de estratos más bajos, solo el 37% tenía acceso a internet en su casa, y apenas el 29% disponía de computadora (Cardini et al., 2021). Para el cuarto trimestre de 2023, el 93,4% de los hogares contaba con acceso a internet, representando un incremento de entre el 50 y 60% registrado antes de la pandemia.

Este nuevo escenario pospandémico planteó desafíos estructurales e incluso oportunidades para repensar el modelo educativo y proyectar una integración más sólida, crítica y accesible de las tecnologías en el aula. Reflexionar sobre esta transformación es clave para construir entornos virtuales de aprendizaje que no reproduzcan las desigualdades del pasado y contribuyan activamente a superarlas.

La Educación para Sordos Durante la Pandemia

Durante la emergencia sanitaria, la Universidad Nacional de La Plata implementó estrategias específicas para sostener la trayectoria educativa de estudiantes con discapacidad, incluyendo a aquellos con sordera. La Dirección de Inclusión, Discapacidad y Derechos Humanos organizó un equipo de intérpretes en LSA, liderado por un asesor sordo, que posibilitó la participación de estos estudiantes en clases virtuales y actividades prácticas.

Se desarrollaron tutoriales en LSA orientados al uso de plataformas digitales y se produjeron documentos con recomendaciones para la creación de textos comprensibles, en colaboración con especialistas y bibliotecas accesibles. Estas acciones buscaron garantizar condiciones equitativas de aprendizaje (Universidad Nacional de La Plata, 2020). Sandra Katz, responsable del área, señaló que el propósito era mejorar la comunicación entre cátedras, estudiantes y referentes institucionales, impulsando modelos educativos colaborativos ajustados a las necesidades reales del estudiantado. Las medidas adoptadas mostraron una respuesta concreta ante la urgencia, pero también una apuesta por la transformación estructural de las prácticas.

En paralelo, Ferreyra et al. (2021) examinaron los desafíos que implicó enseñar LSA como segunda lengua (L2) en modalidad virtual. Destacaron el valor de las grabaciones en video para facilitar la comprensión y producción de señas, y la posibilidad de ofrecer devoluciones individualizadas. Sin embargo, también advirtieron limitaciones, entre ellas dificultades de conectividad y problemas para percibir detalles visuales clave de la comunicación viso-espacial. A pesar de ello, la experiencia generó materiales valiosos que podrían integrarse en futuras propuestas formativas.

Estado del arte

La educación en línea atraviesa un proceso de transformación acelerada que redefine tanto el acceso como las formas de interacción pedagógica. Este cambio ha derivado en una creciente sofisticación de los recursos digitales y en una diversificación de estrategias educativas que exceden los modelos tradicionales.

Este apartado revisa el estado del arte en torno a los EVA y a herramientas digitales que, aunque no siempre diseñadas para el ámbito educativo, se utilizan habitualmente en él. La revisión se organiza en tres ejes complementarios. Se analizan las principales tendencias tecnológicas que configuran el panorama actual del *e-learning*, luego se presenta un caso insignia que muestra su aplicación en contextos de enseñanza a personas sordas y por último se compara la accesibilidad de diversas plataformas digitales, con especial atención a su respuesta frente a las necesidades del alumnado sordo. Este análisis busca describir los avances y, al mismo tiempo, señalar los desafíos que aún persisten en la construcción de entornos educativos verdaderamente inclusivos.

Tendencias Tecnológicas en la Educación en Línea

Como ya se expuso, el panorama actual del aprendizaje virtual está atravesado por una sofisticación tecnológica que transforma profundamente los entornos educativos. Una de las tendencias más relevantes es la personalización del aprendizaje, facilitada por sistemas de inteligencia artificial capaces de analizar trayectorias y adaptar contenidos según los intereses y características cognitivas del estudiante (GlobalEC, 2025).

Esta dinámica se complementa con el auge del microaprendizaje, que organiza los contenidos en unidades breves y manejables, adecuadas para contextos de movilidad y ritmos fragmentados. Su impacto se ve reforzado por la gamificación, que introduce dinámicas lúdicas

como forma de sostener la motivación y el compromiso en escenarios digitales saturados (Editorial eLearning, 2025).

En paralelo, la realidad extendida ha comenzado a redefinir las posibilidades formativas. Tecnologías como la realidad virtual y aumentada permiten construir experiencias inmersivas aplicadas a disciplinas donde el contexto resulta esencial, como la salud, la logística o la educación emocional. Esta evolución se acompaña de entornos colaborativos cada vez más sensoriales, capaces de ampliar las formas de interacción y representación en los espacios digitales (Editorial eLearning, 2025).

La analítica del aprendizaje está experimentando una evolución significativa. Los LMS actuales integran sistemas de análisis predictivo capaces de identificar patrones de rendimiento, anticipar riesgos y generar recomendaciones personalizadas para docentes y estudiantes. Esta capacidad de anticipación permite diseñar intervenciones pedagógicas basadas en evidencia y ajustar las trayectorias formativas en tiempo real (GlobalEC, 2025; Garcia Brustenga y Gómez Cardosa, 2024).

Otro eje emergente es la automatización del diseño instruccional mediante IA generativa. Plataformas como las descritas por Editorial eLearning (2025) ya están generando contenidos de forma automatizada y contextualizada —desde textos hasta evaluaciones y videoclases—. Esta automatización reduce los tiempos de producción y libera recursos docentes para enfocarse en la estrategia pedagógica.

Asimismo, se consolida el uso de micro-credenciales, que permiten certificar habilidades específicas en períodos breves de formación (Cooperman, 2011). Vinculadas a la lógica de la formación a lo largo de la vida, estas credenciales responden a la demanda de actualización

permanente en un mercado laboral cambiante y a la necesidad de evidenciar competencias ante empleadores de manera ágil y segmentada (Garcia Brustenga y Gómez Cardosa, 2024).

Por último, existe una tendencia hacia un aprendizaje virtual sostenible, tanto desde una perspectiva ambiental —al reducir desplazamientos y consumo de recursos físicos— como desde una lógica de escalabilidad, al permitir el acceso masivo y flexible a la educación sin grandes infraestructuras físicas (GlobalEC, 2025).

El futuro de la Educación en Línea

Las proyecciones a mediano plazo apuntan a un modelo educativo intensamente tecnificado, interconectado y centrado en la experiencia del usuario. La hiperpersonalización representa uno de sus desarrollos más avanzados, con plataformas capaces de modificar contenidos, interfaces y rutas de navegación en función de los hábitos, intereses y preferencias de cada estudiante. Paralelamente, las tecnologías de automatización educativa están configurando entornos de aprendizaje más autónomos. La generación automática de materiales, la integración de asistentes virtuales que interactúan en lenguaje natural y la gestión inteligente de recursos permiten redefinir el rol docente, orientándolo hacia tareas de planificación y acompañamiento estratégico (Fuente, 2024).

La expansión de la realidad inmersiva proyecta nuevas posibilidades pedagógicas en escenarios donde la simulación precisa es clave. Ámbitos como la medicina, la ingeniería o la negociación pueden beneficiarse de experiencias colaborativas en entornos multisensoriales, que combinan tecnologías extendidas con dinámicas de aprendizaje activo (Garcia Brustenga y Gómez Cardosa, 2024).

La analítica del aprendizaje, basada en modelos predictivos, tendrá un lugar central. La posibilidad de anticipar trayectorias, detectar riesgos y personalizar intervenciones redefine la relación entre datos, enseñanza y evaluación (Williamson, 2018; Fuente, 2024).

Esta tendencia sin embargo no está exenta de cuestionamientos. Ben Williamson (2018) advierte que la progresiva delegación de decisiones pedagógicas en sistemas algorítmicos transforma las estructuras de control, evaluación y gobernanza educativa. Las implicancias éticas de esta mediación deben ser consideradas con atención crítica.

Universidad Gallaudet como Caso Pionero

La Universidad Gallaudet es una referencia internacional en educación de personas sordas, reconocida por su modelo bilingüe en ASL e inglés y por la incorporación sostenida de tecnologías en sus propuestas educativas. Su infraestructura favorece la accesibilidad visual y comunicativa tanto en contextos presenciales como virtuales (Gallaudet University, 2022b).

A partir de 2020, la iniciativa Connected Gallaudet permitió entregar dispositivos personales a estudiantes y docentes, garantizando continuidad en los procesos formativos y reduciendo la brecha digital (Gallaudet University, 2022a). Durante la pandemia, la institución adaptó rápidamente la mayoría de sus cursos al entorno virtual, resolviendo obstáculos comunicativos mediante recursos como hotspots móviles, préstamos de equipos y el desarrollo de herramientas propias. Entre ellas destaca GoVoBo, una aplicación que proporciona subtítulos automáticos universales en tiempo real, independiente de la plataforma utilizada (United Educators, 2021; Weinstock, 2021).

En el plano pedagógico, se prioriza la interacción visual mediante plataformas como Flipgrid, que habilitan debates en video. Los contenidos se presentan en versiones bilingües, con apoyo del equipo de interpretación de Gallaudet, que adapta los recursos según las necesidades.

Estas acciones han asegurado condiciones equitativas incluso para estudiantes con sordoceguera o con restos auditivos. La aplicación del marco Quality Matters y la conformación del Equipo de formación en línea del profesorado (FOTT) han permitido acompañar a los docentes en la construcción de propuestas inclusivas, sostenidas en criterios de accesibilidad y calidad (United Educators, 2021).

Enfoque Pedagógico. La institución utiliza un modelo pedagógico bilingüe enriquecido con TIC, enfatizando la comunicación visual directa en ambos idiomas y apoyándose en recursos tecnológicos como vídeos, gráficos y subtítulos. Sus estrategias didácticas combinan clases sincrónicas con actividades asincrónicas en plataformas digitales, donde la interacción visual y el debate mediante vídeos en ASL tienen un papel central. Asimismo, fomenta la personalización del aprendizaje al permitir tareas en diferentes formatos (vídeo o texto), facilitando la adaptación individual a través del uso universal de dispositivos móviles. Se aplican principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), asegurando que sus cursos sean plenamente accesibles e inclusivos, adaptándose a estudiantes con discapacidades múltiples mediante tecnologías asistivas específicas (United Educators, 2021).

Programas, Iniciativas e Investigaciones. La universidad ha impulsado diversas iniciativas académicas y tecnológicas para fortalecer su modelo. La iniciativa Connected Gallaudet reemplazó laboratorios tradicionales y aseguró un acceso tecnológico equitativo, lo que valió el reconocimiento como Apple Distinguished School (Gallaudet University, 2022b).

Entre sus centros de investigación aplicada sobresale el Technology Access Program (TAP), dedicado a innovar en tecnologías de comunicación como subtitulado inteligente, videointerpretación y alertas accesibles (Vogler, 2024). Por su parte, el Motion Light Lab (ML2)

desarrolla aplicaciones educativas bilingües para niños sordos, produciendo además innovadoras narrativas visuales como cortometrajes animados (Malzkuhn, s.f.).

En IA, el centro AIASL investiga tecnologías como reconocimiento automático de señas y traducción en tiempo real, buscando integrar la accesibilidad en desarrollos futuros (Kushalnagar, s.f.).

Investigaciones recientes incluyen el proyecto SAIL, que emplea realidad virtual y avatares inteligentes en entornos inmersivos e interactivos. Asimismo, se investiga activamente la mejora del subtitulado automático con métricas centradas en usuarios sordos (Hallett, 2024).

Accesibilidad en Plataformas Educativas

Para aportar una visión precisa del estado actual en materia de accesibilidad para estudiantes sordos e hipoacúsicos, se presenta la Tabla 4, que compara las principales plataformas empleadas en contextos de aprendizaje virtual. El análisis se centra en elementos funcionales como la disponibilidad de subtítulos automáticos, la posibilidad de integración con intérpretes en tiempo real y la compatibilidad con extensiones que amplían sus capacidades nativas.

Del contraste entre plataformas, se desprende que las herramientas de videoconferencia avanzan con mayor rapidez en funciones inclusivas que los entornos LMS. Zoom, Meet y Teams incorporan subtitulado automático y opciones para intérpretes, con niveles variables de personalización. En cambio, Moodle, Canvas y Blackboard requieren complementos externos para cubrir esas funciones, lo que puede limitar la experiencia de docentes y usuarios sordos en entornos asincrónicos. Esta diferencia evidencia un desfase entre la tecnología disponible y su integración efectiva en los entornos educativos más estructurados.

Tabla 4

Accesibilidad para no oyentes en plataformas educativas.

Plataf.	Tipo	Subt. Automáticos	Intérprete de LS	Plug-ins
Moodle	LMS	Permite añadir subtítulos a videos, no los genera de forma nativa. Permite videos de YouTube con auto-subtítulos.	No incorporado como característica. Sugiere proporcionar interpretación en LS en el contenido.	Admite plugins de accesibilidad. Por ej. servicios de subtitulado. Puede integrarse con herramientas externas.
Classroom	LMS	No reproduce video directamente, pero integra Google Meet con subt. automáticos en vivo	No tiene “vista de intérprete”, pero admite intérpretes invitados que pueden "anclarse"	Integrado con Google Workspace. Compatible con extensiones de Chrome.
Blackboard	LMS	Permite cargar archivos de subtítulos. No genera automáticamente.	Blackboard Collaborate permite intérpretes con permisos de presentador.	Admite extensiones y herramientas complementarias para accesibilidad.
Canvas	LMS	Autogenerados con precisión estimada del 85%	No tiene herramienta de videoconferencias nativa.	Permite instalar Apps.
Teams	Videoconf. y foros	Automáticos, multi-idiomas y por participante.	Vista de LS diseñada para usuarios sordos.	Permite instalar Apps. El desarrollo de Apps es abierto.
Meet	Videoconf.	Subtítulos instantáneos mediante IA de Google	Admite foco en más de un presentador.	Permite instalación de extensiones de Chrome.
Zoom	Videoconf.	Sí. Automáticos y asignados a cada hablante.	Permite intérpretes, los asistentes puedan verlos en una ventana de video separada y personalizable	Permite conectar servicios de terceros mediante API.

Nota. Fuentes consultadas: Moodle: Germeroth (2023); Classroom: Google (2022, s.f.); Blackboard: Anthology Inc. (s.f.), (CSU, s.f.); Canvas: Instructure (2022); Teams: Microsoft (2022); Meet: Google (2022, 2024); Zoom: Zoom Communications (s.f.), Whiting (2022).

Marco Teórico

Se construye a partir de aquí una trama conceptual que busca comprender los múltiples factores implicados en el diseño de entornos virtuales orientados a estudiantes sordos. El recorrido teórico se enriquece con perspectivas pedagógicas, lingüísticas, sociológicas y tecnológicas, cuyas contribuciones se entrecruzan en un diálogo tecno-educativo integral y situado. Ese intercambio de enfoques ayuda a visibilizar tensiones y dilemas que atraviesan la inclusión educativa, entendida como una práctica con implicancias culturales, lingüísticas y éticas.

Desde esa convergencia y diálogo entre los autores, se articulan aportes que vinculan la experiencia de la comunidad sorda —su lengua, sus prácticas comunicativas y sus derechos— con propuestas educativas que exploran nuevas formas de accesibilidad en contextos mediados por tecnología. Con esto no se espera ofrecer respuestas definitivas, este cuerpo teórico aporta criterios para fundamentar las decisiones metodológicas del proyecto, y sostiene la reflexión pedagógica desde una mirada crítica y comprometida.

Identidad y Cultura Sorda

En los siguientes párrafos se trazarán los fundamentos culturales, lingüísticos y sociales que caracterizan la comunidad sorda como colectivo específico.

La Comunidad Sorda

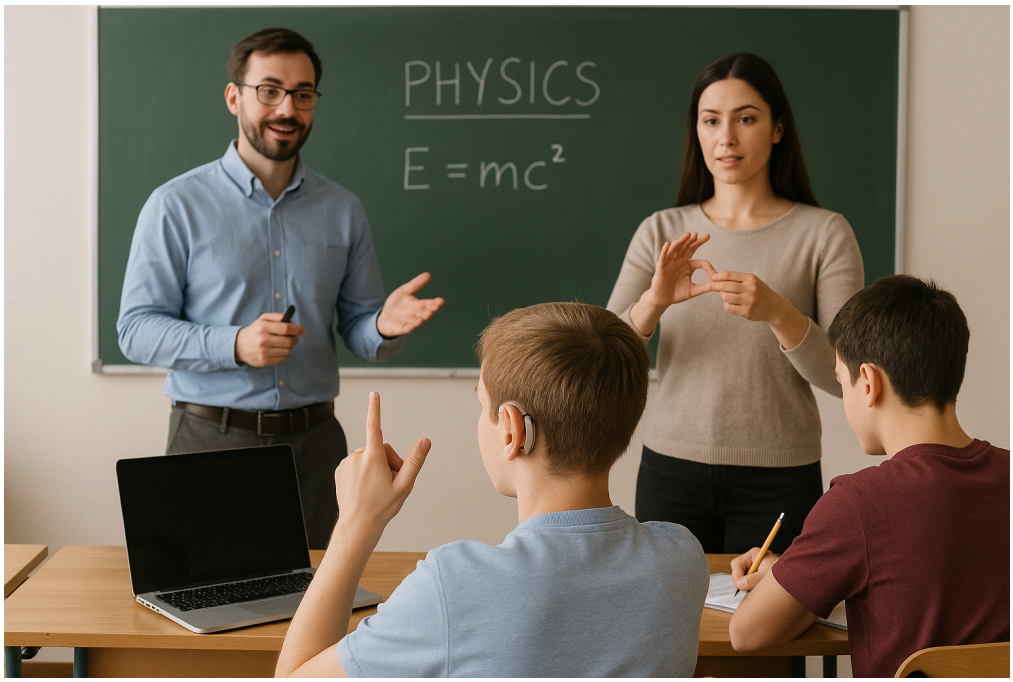
Hablar de la comunidad sorda implica adentrarse en un entramado complejo, marcado por experiencias, trayectorias y vínculos identitarios profundamente distintos. Se trata de un grupo heterogéneo (Figura 1) compuesto por personas culturalmente Sordas —con S mayúscula: aquellas cuya lengua principal es la lengua de señas y que suelen sostener una identidad grupal

fuerte—, por quienes no se identifican con dicha cultura, por adultos que adquirieron la sordera en etapas tardías y transitan una posición ambigua entre dos mundos, y por personas hipoacúsicas —con sordera parcial o no profunda— cuya autoidentificación varía en función de contextos culturales, ideológicos y personales (Pray y Jordan, 2010).

Según estos autores, el sentido de pertenencia no depende exclusivamente del nivel de audición, sino que se construye a partir de factores sociales, lingüísticos y culturales. La lengua, en este marco, cumple un rol estructurante porque articula una forma de vida compartida, al tiempo que permite comunicar y transmitir prácticas, valores y expresiones simbólicas propias.

Figura 1

Heterogeneidad identitaria y comunicacional dentro de un aula.



Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

En una mirada más amplia, Pray y Jordan (2010) sostienen que la sordera puede entenderse tanto desde una perspectiva médica, que la concibe como una deficiencia a corregir, como desde un enfoque cultural-lingüístico, que la reconoce como rasgo identitario de una comunidad con lengua y cultura propias.

Reconocer la pluralidad interna de esta comunidad, para quienes están tanto dentro como fuera de ella, permite valorar con mayor profundidad el papel particular de la comunicación visual como medio de pensamiento, identidad y pertenencia.

Pilares Culturales y Barreras Educativas

La lengua de señas no es únicamente un medio expresivo; constituye un sistema lingüístico pleno, con gramática y sintaxis propias, que posibilita la formulación de ideas abstractas y el desarrollo del pensamiento complejo. Su naturaleza visogestual, arraigada en el espacio y el movimiento, la convierte en un vehículo privilegiado de percepción y significación, y en el núcleo identitario de la comunidad sorda (Sacks, 1989).

Diversos autores, como Padden y Humphries (2006) y Parasnis (1996), han mostrado cómo esta lengua articula procesos de empoderamiento colectivo, reforzando el desarrollo cognitivo y los vínculos sociales. Sin embargo, su existencia no neutraliza las fricciones que emergen en entornos configurados desde parámetros auditivos.

Las interacciones entre personas sordas y oyentes suelen estar marcadas por barreras sutiles, tanto en el plano lingüístico como en el social. Mientras que la comunicación entre usuarios de la misma lengua de señas suele darse con fluidez, los intercambios con códigos orales tienden a producir malentendidos y exclusión (Rienzi, 1990). Esta situación impacta no solo en la vida cotidiana, sino también en el acceso a la educación, al trabajo y a la participación social en sentido amplio (Olsson et al., 2021). El acceso a este sistema de comunicación señado

desde la infancia constituye una condición clave para la inclusión educativa. Su ausencia en muchas propuestas, en particular en las digitales, consolida desigualdades estructurales.

La invisibilización de la comunidad sorda persiste en múltiples espacios. Reconocer su lengua como principio de diseño es un gesto de justicia que piensa la diversidad desde otro lugar.

Educación y Comunidad Sorda

Esta sección aborda las condiciones estructurales que obstaculizan el acceso pleno a la educación por parte del estudiantado sordo, así como las alternativas que han buscado cuestionar esas realidades excluyentes.

Desigualdades Educativas

Pese a los avances normativos en materia de inclusión que ya se repasaron, la comunidad sorda continúa enfrentando barreras significativas en el acceso a la educación y otros servicios esenciales. Según Pray y Jordan (2010), estas dificultades persisten por la falta de aplicación consistente de adaptaciones razonables y por la ambigüedad en los criterios de categorización de la discapacidad.

Los autores también advierten que, si bien la incorporación de tecnologías digitales ha mejorado ciertos aspectos de la vida cotidiana, también ha traído nuevas formas de exclusión. El acceso desigual a dispositivos como implantes cocleares o audífonos, debido a su costo o a la ausencia de infraestructura, evidencia una brecha tanto técnica como cultural.

En particular, señalan que las personas que adquieren la sordera en la adultez enfrentan desafíos particulares, vinculados tanto a la reconfiguración de su identidad como al estigma social. Para ellas, el acompañamiento profesional resulta crucial. Estos casos complejizan el abordaje educativo y demandan estrategias adaptadas.

En el plano familiar, cuando los niños oyentes asumen el rol de intérpretes para sus padres sordos —como ocurre con frecuencia en los hogares CODA— se generan tensiones que afectan las dinámicas afectivas y de poder. Rienzi (1990) sugiere que los profesionales deben intervenir con sensibilidad para fortalecer la comunicación y el equilibrio familiar.

Cabe preguntarse qué modelos educativos han logrado responder a las necesidades del alumnado sordo, y cuáles han reproducido prácticas de exclusión históricamente legitimadas.

Modelos Educativos para Estudiantes Sordos

La educación ha sido un eje central en la vida de la comunidad sorda, tanto por su capacidad de transformación individual como por su influencia en la construcción de identidades colectivas. Durante el siglo XIX, las escuelas para sordos ejercieron un papel fundamental en este proceso, aunque muchas de ellas priorizaron el oralismo sobre lenguas señadas (Figura 2) (Padden y Humphries, 2006).

El debate sobre los métodos educativos más apropiados continúa vigente. Para algunos, enseñar desde la lengua de señas constituye un derecho cultural; para otros, las estrategias orales siguen siendo válidas. Estas tensiones reflejan distintas concepciones sobre la sordera y el desarrollo infantil (Pray y Jordan, 2010). Las escuelas para sordos han sido, más allá del enfoque adoptado, espacios donde los estudiantes compartieron vivencias y consolidaron su sentido de pertenencia (Senghas y Monaghan, 2002).

En décadas recientes, el enfoque bilingüe-bicultural ha ganado legitimidad. Reconocer a los niños sordos como parte de una minoría lingüística supone respetar su lengua y cultura, e integrar ambos elementos a las prácticas pedagógicas. No obstante, como advierte Parasnis (1996), hace falta investigación sistemática sobre cómo materializar este modelo en contextos de diversidad.

Figura 2

Escuela para sordos de Nueva York.



Nota. En esta fotografía se puede ver la educación oralista en una escuela para personas sordas.

Fuente: Gallaudet University (s.f.).

La heterogeneidad dentro de la comunidad sorda exige propuestas pedagógicas flexibles, capaces de responder a trayectorias y preferencias distintas. Este desafío interpela a las filosofías educativas tradicionales, que muchas veces han reproducido estereotipos. Como plantean Pray y Jordan (2010), es esencial que las decisiones educativas respeten tanto los deseos de las familias como las elecciones de los propios estudiantes.

Un estudio de Shaver et al. (2013) revela diferencias notables entre los estudiantes con discapacidad auditiva en escuelas especiales y regulares. Mientras que los estudiantes en escuelas especiales suelen tener una mayor pérdida auditiva y usan principalmente la lengua señada, aquellos en escuelas regulares tienden a utilizar más el oral/escrito. Se observan diferencias en las expectativas familiares, ya que quienes tienen hijos en escuelas regulares

suelen proyectar mayores posibilidades de graduación y acceso a empleo remunerado. Estas diferencias subrayan la necesidad de adaptar las estrategias educativas según las características y necesidades específicas de cada grupo para optimizar su desarrollo académico y social. Por otro lado, generan tensiones que viven en el campo más amplio de la educación especial, que desde hace décadas intenta reformularse en clave de equidad, diversidad y derechos.

La Educación Especial

Durante décadas, la educación especial fue concebida como una modalidad paralela, destinada a estudiantes con discapacidad en instituciones segregadas. Con el avance de nuevos enfoques, comenzó a ponerse en cuestión ese modelo separado, dando lugar a una mirada que busca un sistema común y abierto, sin establecer distinciones excluyentes. Aunque los marcos conceptuales han evolucionado, persisten fricciones entre propuestas integradoras y prácticas verdaderamente inclusivas. En este proceso de transformación, la educación especial no desaparece. Asume una nueva función dentro del sistema general, ofreciendo apoyos específicos, recursos pedagógicos adecuados y acompañamiento situado, con el objetivo de construir trayectorias escolares significativas.

En este contexto, su función ha venido reformulándose a partir de nuevas comprensiones en el sistema educativo. Su finalidad no se limita al acompañamiento de estudiantes con discapacidades o dificultades de aprendizaje, sino que apunta a favorecer su desarrollo integral en aspectos cognitivos, sociales, emocionales y físicos, promoviendo una participación activa en espacios escolares compartidos.

Para que eso sea posible, no alcanza con ajustes curriculares ni apoyos individuales. Se necesitan entornos que asuman la diferencia como dimensión constitutiva de lo educativo. Esto requiere un trabajo coordinado entre equipos interdisciplinarios, identificación oportuna de

necesidades y una formación docente capaz de leer trayectorias singulares sin caer en miradas patologizantes. Las prácticas pedagógicas deben estar sostenidas por una ética del cuidado, sensible a las condiciones reales en que se produce el aprendizaje (Vercellino y Ocampo González, 2024).

En el caso de estudiantes sordos, esta modalidad adquiere una especificidad que exige respuestas más profundas. Es necesario reconocer la forma cultural y lingüística de esta comunidad, integrando la lengua de señas como vía legítima de acceso al conocimiento y diseñando propuestas desde una lógica visual. Ignorar estos elementos empobrece el aprendizaje y vulnera derechos fundamentales (Deutsch Smith et al., 2017).

Las palabras de Mario Vitalone, fundador de la Dirección de Educación Especial en 1949, mantienen su vigencia y recuerdan que “el primer derecho que tiene todo ser humano es el de ser considerado persona en toda su dignidad, respetando las capacidades individuales y brindando la igualdad de oportunidades para todas aquellas personas que tienen capacidades distintas” (Cruz, 2019). Esta concepción, formulada hace más de medio siglo, aún interpela a las políticas educativas actuales. El desafío sigue siendo construir un sistema en el que la diferencia no implique desigualdad.

La comunidad sorda en Argentina enfrenta obstáculos profundamente arraigados en prejuicios históricos y en estructuras sociales excluyentes. Estas tensiones atraviesan dimensiones culturales y de poder, visibles en la forma en que esta comunidad interactúa con el resto de la sociedad. Durante décadas, el enfoque dominante en el ámbito educativo y médico conocido como oralismo, propició la integración forzada a través de la adquisición del habla, con consecuencias de marginalización (Rey et al., 2020). La legislación nacional contribuyó a esta invisibilización al considerar como incapaces a quienes no se comunicaban oralmente o por

escrito. Esta perspectiva limitó derechos esenciales, como el de celebrar actos jurídicos, y condicionó el modo en que las personas sordas fueron recibidas en el sistema educativo. La comunidad sorda continúa luchando por el reconocimiento pleno de su identidad, exigiendo transformaciones estructurales en los ámbitos educativo, laboral y sanitario (Rey et al., 2020).

Sanmartín (2019a) plantea que una educación inclusiva requiere que docentes y estudiantes puedan sentirse cómodos ante las diferencias, reconociéndola como fuente de enriquecimiento pedagógico.

La educación especial en el país ha transitado un proceso de cambio, especialmente a partir del reconocimiento normativo de la inclusión como derecho. Desde la perspectiva de Laclau, retomada por Sanmartín (2019a), el término inclusión funciona como un significante vacío que adquiere sentido en contraste con su opuesto, la exclusión. Esta mirada permite problematizar la complejidad del proceso inclusivo y subraya la necesidad de generar condiciones reales de participación, pertenencia y reconocimiento.

Si bien se ha avanzado en términos normativos, la implementación efectiva de estos marcos continúa siendo una deuda pendiente. La falta de compromiso sostenido de los actores institucionales dificulta la construcción de una cultura escolar abierta.

Desde 1994, con la Declaración de Salamanca, se promovió el principio de “Educación para todos”, basado en respuestas pedagógicas sensibles a la diversidad. Argentina adhirió a esta línea mediante documentos como el Acuerdo Marco para la Educación Especial de 1998 y la Resolución Nº 1664/17 (Dirección General de Cultura y Educación, 2017) que fomenta la intervención de equipos profesionales externos y el trabajo colaborativo entre instituciones públicas y privadas para generar proyectos de integración efectiva (Sanmartín, 2019b).

Sin embargo, persisten desafíos ligados a la pobreza y la desigualdad. Sanmartín (2019b) recupera a De la Vega, quien advierte que el concepto de diversidad suele vincularse con la situación socioeconómica, y que las zonas más afectadas por la exclusión coinciden con altos índices de fracaso escolar. La educación especial se presenta, en este marco, como una vía para atenuar los efectos de esa desigualdad.

En años recientes, las políticas educativas han evolucionado desde la consigna "todos en la escuela" hacia "todos aprendiendo", que pone el foco en la participación efectiva en el proceso de aprendizaje. Con este fin, se han implementado dispositivos de apoyo destinados a acompañar a los sectores más vulnerables (Sanmartín, 2019b).

Si bien los avances son significativos, ponen de manifiesto que aún estamos lejos de consolidar una inclusión sostenida en la práctica. Abordar la realidad de la comunidad sorda desde una perspectiva cultural y social permite revisar formas tradicionales de acceso al conocimiento. Su lengua constituye un eje identitario que articula saberes, vínculos y luchas colectivas. Las barreras comunicacionales, las brechas educativas y las tensiones entre modelos pedagógicos ponen de manifiesto que la inclusión plena aún no se ha alcanzado. La educación especial, como espacio en disputa, tiene ante sí el desafío de reformular sus prácticas reconociendo el valor de la diferencia. Esto exige políticas interseccionales, compromiso ético y un uso estratégico de herramientas tecnológicas para garantizar condiciones de participación en todos los niveles del sistema educativo.

Teorías Educativas

Los entornos virtuales de aprendizaje deben entenderse como espacios dinámicos, donde el conocimiento se construye a través de la interacción, la exploración y la toma de decisiones pedagógicas conscientes. Su eficacia no depende únicamente de los recursos digitales

disponibles, sino de la forma en que estos se entrelazan con principios educativos que dan sentido a las prácticas de enseñanza y aprendizaje en contextos tecnológicos (Gros Salvat, 2011). Cada elección durante el diseño de un EVA involucra dimensiones pedagógicas, epistemológicas y éticas que remiten a concepciones del conocimiento, la enseñanza y el aprendizaje.

Este capítulo presenta los marcos teóricos que sustentan el diseño del entorno desarrollado. Se incluyen tanto teorías clásicas como enfoques más actuales, seleccionados por su pertinencia y por su potencial para dar respuesta a las necesidades de estudiantes sordos. A su vez, se integran miradas contemporáneas que abren posibilidades de articulación entre marcos conceptuales y experiencias prácticas en escenarios educativos digitales que demandan un compromiso con la inclusión y la justicia educativa.

Reconocer que toda propuesta pedagógica —incluso las desarrolladas en soportes digitales— implica una dimensión ética y política, permite abrir la reflexión hacia perspectivas transformadoras. En este sentido, la pedagogía crítica de Paulo Freire (1970) ofrece un punto de partida ineludible. Para Freire, enseñar implica crear condiciones para que los sujetos se reconozcan como protagonistas de su proceso formativo. Su enfoque promueve la emancipación mediante el diálogo, la problematización y la conciencia crítica. Esta mirada invita a pensar los EVA contemplando tanto su dimensión técnica como su potencial para asegurar un aprendizaje digno y justo.

Bases Generales del Aprendizaje

Comprender cómo aprendemos es un interrogante central para el diseño de experiencias educativas significativas. Hablar de las bases generales del aprendizaje es proponer un recorrido por diversas teorías que explican los procesos mentales, sociales y emocionales implicados en la construcción del conocimiento. Desde el cognitivismo hasta el aprendizaje colaborativo, pasando

por enfoques centrados en la observación, la indagación y la acción, se delinean aquí los marcos conceptuales que permiten interpretar el aprendizaje como un proceso activo, contextual y dinámico. Estas teorías coinciden en reconocer al estudiante como agente central, y analizan cómo las personas adquieren, organizan, interpretan y aplican lo que aprenden.

Constructivismo. Base del Aprendizaje Significativo. El constructivismo se consolidó como una de las teorías más influyentes en el campo educativo. Su premisa fundamental plantea que el conocimiento no se transmite, se construye. Desde esta perspectiva, aprender implica un proceso activo y personal, en el que el sujeto interpreta, organiza y reorganiza la información a partir de su interacción con el entorno.

Jean Piaget (1972) desarrolló una teoría del desarrollo cognitivo centrada en cómo los niños construyen estructuras mentales a lo largo de distintas etapas evolutivas. Según su enfoque, el aprendizaje se produce cuando el individuo se enfrenta a situaciones nuevas que generan desequilibrio, y responde a través de mecanismos de asimilación —integración de lo novedoso en esquemas previos— y acomodación —modificación de esos esquemas para ajustarse a lo nuevo—. El equilibrio entre ambos procesos da lugar a lo que el autor denominó “equilibración”, una dinámica interna que impulsa el desarrollo del pensamiento.

Lev Vygotsky (Vygotsky y Cole, 1978) complementó esta visión con un enfoque sociocultural que pone el acento en la interacción. A diferencia de Piaget, que priorizaba la autonomía individual, Vygotsky situó el aprendizaje en la relación con los otros. Su concepto de Zona de Desarrollo Próximo aporta claves pedagógicas valiosas, al señalar que el aprendizaje más potente ocurre en el espacio entre lo que una persona puede hacer sola y lo que logra con ayuda. Allí, la mediación —a través del lenguaje, de pares o adultos significativos— se vuelve esencial para el desarrollo de capacidades cognitivas complejas.

Desde esta doble perspectiva —la individual piagetiana y la social vygotskiana—, el constructivismo sigue siendo un marco fértil para pensar cómo aprenden las personas, en especial en entornos que demandan autonomía, reflexión e intercambio. Estas ideas permiten diseñar propuestas que consideren los ritmos, modos y lenguajes de cada sujeto, sin perder de vista el valor de lo colectivo en el proceso formativo.

Cognitivismo. Aportes Clásicos y Actuales para una Enseñanza Comprensiva. El cognitivismo transformó la manera de entender el aprendizaje al desplazar el foco desde la conducta hacia los procesos mentales. En este enfoque, aprender implica percibir, organizar, almacenar y recuperar información en un proceso guiado por la estructura cognitiva del sujeto.

Jerome Bruner (1960) propuso el aprendizaje por descubrimiento, basado en la exploración y la formulación de hipótesis. Su idea de la "espiral del currículo" plantea que cualquier contenido puede enseñarse si se adapta al nivel de comprensión del estudiante, lo que exige un diseño pedagógico progresivo y flexible.

David Ausubel (1963) introdujo el concepto de aprendizaje significativo, en contraposición al aprendizaje memorístico. Señaló que los nuevos contenidos solo se integran con profundidad si se relacionan de forma sustancial con los saberes previos. Para ello, propuso el uso de organizadores previos, herramientas que activan estructuras mentales existentes y facilitan la incorporación de lo nuevo.

Modelos posteriores, como el del procesamiento de la información, permitieron estudiar cómo los estímulos son filtrados y utilizados en la resolución de problemas. Estas bases fueron ampliadas por teorías como la de la carga cognitiva (Sweller, 1988) y el aprendizaje multimedia (Mayer, 2001), que exploran cómo se procesa la información en contextos construidos con tecnología.

En conjunto, estos aportes siguen siendo centrales para una enseñanza que promueva la comprensión activa, el andamiaje cognitivo y la estructuración significativa de los contenidos. En entornos virtuales, fundamentan el diseño de experiencias de aprendizaje comprensibles, relevantes y sostenibles.

Teoría del Aprendizaje Experiencial. Aprender Haciendo. David Kolb (1984) desarrolló un modelo que concibe el aprendizaje como un proceso cíclico donde la experiencia se transforma en conocimiento. Este ciclo comprende cuatro momentos: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. El aprendizaje se produce al recorrer y articular estas fases.

Kolb retoma principios de Dewey, Lewin y Piaget, al destacar el rol de la experiencia como fuente de conocimiento. Su teoría integra percepción, pensamiento, emoción y acción, reconociendo que aprender implica involucrarse. En plataformas educativas digitales, este proceso puede recrearse a través de simulaciones, actividades prácticas y escenarios contextualizados que invitan a reflexionar sobre lo vivido.

Un aporte distintivo de este modelo es la identificación de estilos de aprendizaje —divergente, asimilador, convergente y acomodador— que explican distintas formas de abordar la experiencia. Aunque cada persona puede tender hacia un estilo, el aprendizaje profundo requiere transitar todo el ciclo. Esto resulta útil para diseñar propuestas variadas, que favorezcan el aprender haciendo y estimulen la transferencia de conocimientos a situaciones reales.

Teoría del Aprendizaje Basado en Problemas. Desarrollando Competencias a Través de Retos. El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), desarrollado por Barrows (1986), plantea que los estudiantes aprenden al enfrentarse a problemas auténticos que requieren análisis, investigación y solución. Esta metodología, originada en la educación médica, se expandió a

múltiples disciplinas por su capacidad de desarrollar pensamiento crítico, autonomía y trabajo colaborativo.

El proceso comienza con la identificación del problema, continúa con la formulación de hipótesis, la búsqueda de información y la experimentación con posibles soluciones. Finalmente, se realiza una evaluación reflexiva del proceso y sus resultados.. Este ciclo favorece la construcción activa del conocimiento y la reflexión metacognitiva.

En situaciones de formación en línea, el ABP cobra nuevas posibilidades a través de herramientas digitales que permiten simular escenarios, acceder a fuentes diversas y colaborar en tiempo real. Esta modalidad promueve competencias esenciales para el siglo XXI, como la toma de decisiones, la adaptación al cambio y la autonomía intelectual.

Aprendizaje Basado en la Investigación. Indagar para Construir Conocimiento Significativo. El *inquiry-based learning* es una metodología que ubica al estudiante como protagonista en la construcción del conocimiento, a partir de la formulación de preguntas, la exploración autónoma y el análisis crítico. Hmelo-Silver (2004) subraya que este enfoque estimula habilidades cognitivas complejas como la indagación guiada, la argumentación con evidencia y la transferencia del conocimiento a nuevos contextos.

A diferencia de los modelos centrados en la transmisión, esta propuesta asume al estudiante como investigador. La formulación de hipótesis, la evaluación de fuentes y la construcción de conclusiones se convierten en prácticas habituales.

En propuestas formativas virtuales, este enfoque puede traducirse en proyectos de exploración, análisis de datos, elaboración de contenidos multimedia o presentaciones interactivas, que permiten indagar en profundidad y sostener procesos de aprendizaje basados en la curiosidad, el análisis crítico y la construcción colectiva del saber.

La Educación en Entornos Virtuales y Tecnología Educativa

La irrupción de las tecnologías digitales ha transformado profundamente las formas de producir, transmitir y acceder al conocimiento. Esta reconfiguración transforma el formato, los lenguajes, las estructuras y las dinámicas que conforman la experiencia educativa como un todo.

Teorías como el conectivismo, el aprendizaje ubicuo y la inclusión digital ofrecen marcos para comprender cómo se enseña y se aprende en red y en entornos que desbordan los márgenes escolares tradicionales. Estas perspectivas abren nuevas posibilidades para repensar la enseñanza en el ecosistema digital.

Conectivismo. Aprendizaje en la Era digital. En el contexto de las TIC, el conectivismo —propuesto por George Siemens (2005)— plantea que el aprendizaje se basa en la capacidad de establecer y gestionar redes de conocimiento. A diferencia del constructivismo, que se focaliza en la construcción personal, este enfoque destaca la relevancia de los entornos interconectados y la circulación de información a través de múltiples nodos (Downes, 2012).

El conocimiento, en esta perspectiva, no reside únicamente en la mente individual. Se distribuye en la web, en comunidades y plataformas digitales, y se construye en un proceso no lineal, marcado por la variabilidad y el cambio constante. El aprendizaje emerge cuando se logran conexiones significativas entre fuentes diversas, en un ecosistema que exige adaptabilidad.

Downes aporta que la interacción efectiva con el entorno digital es clave para construir conocimiento. En ese proceso, cada nodo colabora con la formación de nuevas comprensiones. Este enfoque se sostiene en cuatro principios fundamentales, que son la autonomía, la interactividad, la diversidad y la apertura. Promoverlos implica preparar a los estudiantes para navegar un sistema en permanente transformación.

Aprendizaje Ubicuo. Aprender Siempre y en Todo Lugar. Nicholas Burbules (2014) propone el concepto de aprendizaje ubicuo para describir una modalidad que trasciende las coordenadas convencionales de tiempo y espacio. La presencia constante de dispositivos y redes en la vida cotidiana habilita la construcción de saberes en cualquier momento y lugar.

Diseñar dispositivos tecnológicos de enseñanza-aprendizaje con esta lógica supone garantizar su accesibilidad, su adaptabilidad a distintos dispositivos y la disponibilidad de los contenidos más allá de las instancias sincrónicas. Es necesario que los materiales resulten comprensibles en pantallas móviles, que las interacciones sean flexibles y que el aula se extienda a la experiencia cotidiana del estudiante. El conocimiento, en este marco, se entrelaza con los ritmos y recorridos personales, y adquiere continuidad fuera de los márgenes institucionales.

Teoría de la Presencia Social. Creando Conexión en EVA. Formulada por Short et al. (1976), esta teoría analiza cómo las tecnologías de comunicación condicionan la percepción de cercanía y la calidad de los vínculos. La presencia social se entiende como el grado en que una persona es percibida como real en la interacción digital. Esa percepción se construye a partir del contenido transmitido, del lenguaje, del tono y de la capacidad de generar un intercambio cálido y personalizado.

Factores como la sincronización comunicativa, la adaptación del discurso o la proximidad emocional influyen en la motivación y el compromiso. Cuando los estudiantes perciben que forman parte de una comunidad, aumenta su disposición a participar, colaborar y sostener el proceso de aprendizaje. Por eso, promover la presencia social en los escenarios educativos sobre los que gira esta reflexión resulta clave para fortalecer el bienestar académico y la construcción colectiva del conocimiento.

Teoría de la Interacción Comunitaria en Línea. La Construcción Social del Conocimiento en Espacios Virtuales. Garrison et al. (1999) desarrollaron un modelo que permite comprender cómo se genera conocimiento en plataformas virtuales. Su propuesta se apoya en la confluencia de tres presencias esenciales: la cognitiva, asociada a la reflexión crítica; la social, que proyecta a los participantes como sujetos reales; y la docente, encargada de guiar, facilitar y sostener las experiencias educativas.

Esta teoría, de raíz socio-constructivista, considera que el conocimiento surge del diálogo estructurado en el seno de una comunidad. La "comunidad de indagación" (CoI) se convierte así en una estrategia potente para promover aprendizajes profundos.

Modalidades de aprendizaje en línea comprometidas con este enfoque deberán favorecer climas afectivos seguros, relaciones significativas entre los participantes y una presencia docente activa que articule lo pedagógico con lo humano (Furman, 2021).

Aprendizaje Autónomo. Desarrollando la Autorregulación en EVA. El aprendizaje autónomo se sustenta en la capacidad de los estudiantes para gestionar su propio camino, lo que implica establecer metas, diseñar estrategias, evaluar el progreso y ajustar lo necesario. Este enfoque pone el foco en la autorregulación, entendida como un proceso metacognitivo que acompaña al sujeto en sus decisiones y acciones de aprendizaje (Zimmerman y Schunk, 2011).

El modelo propuesto por Zimmerman y Schunk describe un proceso autorregulado que transcurre en etapas interrelacionadas. Comienza con una instancia de planificación, en la que se definen metas y se seleccionan estrategias adecuadas. Luego, durante la ejecución, se pone en práctica lo planificado mientras se monitorea el propio desempeño. Finalmente, la autorreflexión permite revisar lo actuado y ajustar decisiones futuras. En este recorrido, la motivación y la percepción de autoeficacia ocupan un lugar central, ya que cuanto mayor es la confianza en las

propias capacidades, mayor es también la disposición a enfrentar desafíos y sostener el esfuerzo ante las dificultades.

Furman (2018) complementa este enfoque al señalar que las propuestas educativas deben ofrecer situaciones progresivamente desafiantes, que permitan a los estudiantes fortalecer su autonomía. Reflexionar sobre las propias estrategias, identificar lo que funciona y aprender de los errores se vuelve parte sustantiva del proceso formativo. Esto requiere integrar herramientas que acompañen el desarrollo de estas habilidades, considerando siempre el componente personal del aprender.

Teoría de la Inclusión Digital. Una Mirada Crítica al Acceso en la Era Digital. Neil Selwyn (2004) propone una mirada crítica que trasciende la idea de acceso técnico a las tecnologías. Su concepto de inclusión digital pone en cuestión las condiciones sociales, culturales y económicas que condicionan el uso real y significativo de los entornos digitales.

Pensar plataformas educativas accesibles exige reconocer la diversidad de prácticas culturales, lingüísticas y comunicativas, y diseñar espacios que las legitimen. Desde esta perspectiva, la inclusión digital no se reduce a ingresar al sistema, sino a participar de él en condiciones de equidad. Es una invitación a repensar las herramientas tecnológicas desde la justicia educativa y no desde la estandarización de los recursos.

Diseño Instruccional Accesible

Diseñar una propuesta formativa virtual exige mucho más que replicar esquemas previos o adaptar contenidos de forma superficial. Requiere revisar en profundidad las teorías que orientan la planificación pedagógica, la organización de la información, la elección de recursos y las estrategias que favorecen la participación activa. La accesibilidad, entendida como una decisión ética y pedagógica, no puede reducirse a una dimensión técnica. Supone repensar el

entorno, el lenguaje y las mediaciones desde la experiencia de quienes han sido históricamente excluidos del sistema educativo y de los procesos tecnológicos (Skliar, 2003).

Teoría de la Carga Cognitiva. Optimizando el Aprendizaje en EVA. John Sweller (1988) formuló esta teoría a partir de una premisa clave, según la cual la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada. En consecuencia, los materiales educativos deben diseñarse de manera que eviten sobrecargas innecesarias, especialmente en entornos donde los estímulos son múltiples y a menudo simultáneos.

Sweller distingue tres tipos de carga. La intrínseca, asociada a la complejidad del contenido; la extrínseca, vinculada a cómo se presenta la información; y la *germane*, que corresponde al esfuerzo cognitivo útil para construir esquemas mentales. Esta última es deseable desde el punto de vista pedagógico.

Para optimizar la carga *germane*, se recomienda presentar los contenidos de forma clara y estructurada, dividir los temas complejos en unidades más manejables y evitar elementos distractores. Además, los andamiajes cognitivos —como casos explicativos o actividades guiadas— resultan útiles para acompañar el aprendizaje en sus primeras fases. Este concepto, originalmente desarrollado por Jerome Bruner (1960), alude a apoyos temporales que se retiran a medida que el estudiante gana autonomía.

Diseñar instrucción accesible implica, entonces, considerar tanto los contenidos que se enseñan como la forma en que se presentan y organizan, con el fin de facilitar el procesamiento y favorecer un aprendizaje sostenido.

Teoría del Aprendizaje Multimedia. Cómo Combinar Canales Para Potenciar la Comprensión. Richard Mayer (2001) desarrolló esta teoría partiendo de un hallazgo simple pero

decisivo, que sostiene que las personas aprenden de manera más efectiva cuando la información se presenta de forma coordinada a través de canales visuales y verbales.

El modelo se apoya en la teoría de la carga cognitiva y en la concepción de la memoria de trabajo dual (Baddeley, 1992). Mayer propone tres etapas en el proceso de aprendizaje, que son la selección, la organización y la integración de la información. Para favorecerlas, recomienda eliminar elementos irrelevantes, segmentar los contenidos, asegurar la coherencia entre textos, imágenes y narraciones, y evitar redundancias que puedan interferir con la comprensión.

Diversificar los modos de representación mediante diagramas, simulaciones o recursos visuales contribuye a captar la atención y facilitar la elaboración de significados. Como señala Furman (2021), estas estrategias contribuyen al acceso y fortalecen al mismo tiempo una comprensión más profunda y sostenida.

La teoría de Mayer da fundamentos para el diseño de materiales didácticos que aprovechen las potencialidades de lo visual y lo verbal sin saturar la capacidad cognitiva del estudiante.

Teoría de la Aprendibilidad. Diseño Accesible para Experiencias Cognitivas Efectivas. Plass, Moreno y Brünken (2010) proponen un enfoque integrador que contempla los aspectos cognitivos junto con los factores afectivos y motivacionales involucrados en la experiencia de aprendizaje.

A diferencia de teorías centradas únicamente en los contenidos o en los procesos mentales, esta mirada destaca que la facilidad para aprender depende del modo en que se presenta la información, de la claridad de la navegación y del ambiente emocional que rodea al estudiante. Diseñar con aprendibilidad implica facilitar recorridos intuitivos, reducir obstáculos innecesarios y generar condiciones que promuevan el compromiso sostenido.

En contextos virtuales, estos principios se vuelven aún más relevantes. Cuando los recursos demandan un esfuerzo desproporcionado para entender su funcionamiento, la atención del estudiante se desvía del contenido y se concentra en descifrar la interfaz. La aprendibilidad se convierte así en un requisito previo para que el aprendizaje ocurra.

Este aspecto adquiere especial importancia en el caso de estudiantes con formas diversas de comunicación. Diseñar materiales que respeten lo visual, que favorezcan una interacción clara y que minimicen la carga cognitiva extrínseca es parte de una pedagogía inclusiva. El diseño instruccional, entendido como interfaz entre el conocimiento y el sujeto que aprende, debe articular principios cognitivos con las particularidades de cada estudiante, garantizando así procesos más accesibles, significativos y sostenibles.

Diseño Universal para el Aprendizaje. Diseño Centrado en la Accesibilidad. Desarrollado por el Center for Applied Special Technology, el DUA propone un cambio de paradigma al reemplazar la lógica de adaptación posterior por una perspectiva que contempla la diversidad desde el comienzo del diseño (CAST, 2018).

Este enfoque se organiza en torno a tres principios. El primero, múltiples formas de representación, sugiere ofrecer la información a través de distintos canales sensoriales —visuales, auditivos, táctiles o combinados— para que cada estudiante pueda acceder al contenido según sus condiciones o preferencias. El segundo, múltiples formas de acción y expresión, promueve que los estudiantes puedan demostrar lo aprendido de distintas maneras, ya sea mediante producciones visuales, presentaciones orales o materiales manipulativos. El tercero, múltiples formas de compromiso, apunta a generar diversas estrategias para motivar, sostener el interés y conectar emocionalmente con el proceso educativo.

Aplicar DUA requiere asegurar entornos navegables, visualmente claros y sensorialmente accesibles. Esto abarca desde la disposición de los elementos en pantalla hasta la incorporación de subtítulos, recursos visuales, intérpretes o avatares adecuados.

Ampliar las formas de expresión permite evaluar sin depender exclusivamente del lenguaje escrito y abre posibilidades reales para el aprendizaje en condiciones de mayor equidad. El DUA articula una dimensión técnica con una apuesta ética, pedagógica y política orientada a garantizar el derecho a aprender desde el respeto por la diversidad.

Miradas Transversales: de la Teoría a la Práctica

Las teorías educativas clásicas y contemporáneas ofrecen marcos sólidos para comprender cómo se aprende y cómo se pueden diseñar experiencias significativas. Sin embargo, voces actuales invitan a integrarlas con una mirada más situada, capaz de articular lo teórico con lo práctico en escenarios complejos y vehiculizado mediante tecnología. Melina Furman, David Perkins y Axel Rivas proponen enfoques que dialogan con diversas teorías del aprendizaje, y que, desde perspectivas complementarias, aportan claves concretas para llevarlas al aula —física o virtual— sin diluir su profundidad.

Jugar el Juego Completo. David Perkins (2009) plantea que aprender implica jugar el "juego completo del conocimiento" desde el comienzo, en lugar de presentar primero reglas abstractas y luego su aplicación. Enseñar fragmentos descontextualizados empobrece la experiencia. En cambio, ofrecer versiones accesibles de prácticas reales permite construir saberes significativos en escenarios auténticos.

Este enfoque se vincula con teorías como el aprendizaje experiencial y el aprendizaje basado en problemas, al destacar la comprensión en situaciones complejas que exigen

pensamiento estratégico. En el ámbito que ocupa este análisis se traduce en propuestas que permitan explorar, equivocarse, recibir retroalimentación y reajustar estrategias.

Perkins introduce también la metáfora de “jugar de visitante”, que alienta a participar en tareas cognitivas complejas aun sin dominio pleno del campo, promoviendo así la autonomía. A su vez, resalta la necesidad de construir una “cultura del pensamiento”, donde el error se valore como parte del proceso y el docente asuma un rol de diseñador de experiencias que convoquen la comprensión.

Este modelo enfatiza la interacción como condición del aprendizaje profundo, lo que conecta con el concepto de presencia social en entornos digitales. Un diseño instruccional que favorezca el intercambio y la retroalimentación fortalece la construcción colectiva del conocimiento y promueve una comunidad involucrada, con vínculos significativos y horizontes compartidos.

Metacognición, Curiosidad y Accesibilidad. Melina Furman (2018; 2021) propone una pedagogía del pensamiento que integra nociones del cognitivismo, la metacognición y el aprendizaje por descubrimiento en prácticas concretas. Su enfoque parte de una preocupación sobre cómo promover pensamiento crítico, autonomía y curiosidad en contextos reales de enseñanza.

Destaca que enseñar a pensar requiere planificación intencional. Las actividades deben estructurarse con preguntas desafiantes, apoyos adecuados y oportunidades para explorar. Una buena pregunta, afirma, vale más que una larga explicación. El rol docente se redefine como mediador que modela la indagación, interpreta con los estudiantes y los guía en sus hipótesis.

La curiosidad, como motor del aprendizaje profundo, cobra sentido cuando se habilitan espacios para explorar con acompañamiento. Esta propuesta dialoga con teorías como el

aprendizaje experiencial, y se vincula con el Diseño Universal para el Aprendizaje al defender múltiples caminos para pensar, expresar y comprender.

Furman también amplía el concepto de andamiaje cognitivo, planteando que los mejores entornos son aquellos que equilibran el desafío con la accesibilidad. El docente o diseñador actúa como arquitecto del aprendizaje, ubicando hitos que orienten el recorrido. Esto exige actividades bien estructuradas, que sean alcanzables sin perder rigor, con apoyos que se retiran progresivamente a medida que los estudiantes ganan autonomía.

Plataformas Justas y Aprendizaje con Sentido. Axel Rivas (2019) desarrolla una mirada crítica sobre la educación digital contemporánea. Su enfoque articula pedagogía crítica e inclusión digital, analizando cómo las plataformas, los algoritmos y las decisiones de diseño inciden en el acceso al conocimiento y en la justicia educativa. Advierte que incorporar tecnología no basta. Importa preguntarse para quién, con qué fines y bajo qué lógicas se diseñan los EVA. Introduce la noción de "máquinas de justicia educativa", entendidas como entornos digitales construidos con criterios pedagógicos, éticos y sociales que garanticen aprendizajes efectivos y equitativos.

Además, destaca la necesidad de fortalecer la interacción significativa, retomando ideas cercanas a la teoría de la interacción comunitaria en línea, aunque con una orientación más política. Su propuesta se relaciona con los aprendizajes conectivos, colaborativos y ubicuos, proponiendo una ecología educativa que combine diversidad, tecnología y compromiso social.

Desde esta perspectiva, los EVA deben ofrecer escenarios adaptables, especialmente en experiencias de Aprendizaje Basado en Problemas. La accesibilidad implicará navegación clara, recursos visuales optimizados y contenidos en lengua de señas para estudiantes sordos.

Rivas plantea un diseño bidireccional, donde los estudiantes sean generadores de

información, participen activamente y construyan comunidades de aprendizaje. La tecnología, debe conectar, sostener y potenciar la experiencia formativa. También subraya la importancia de la personalización del contenido para fomentar la autonomía, a través de herramientas que permitan ajustar el ritmo según las necesidades de cada estudiante.

Las teorías del aprendizaje permiten comprender cómo se construye el conocimiento y qué condiciones lo favorecen. Aplicadas con criterio pedagógico, ayudan a diseñar propuestas formativas en línea más potentes, sostenibles e inclusivas. Su valor reside en la capacidad de adaptarlas al contexto, combinarlas de manera flexible y traducirlas en decisiones concretas.

Los aportes de Furman, Perkins y Rivas enriquecen este horizonte. La primera subraya la importancia de la metacognición, la curiosidad y la accesibilidad cognitiva. El segundo promueve la comprensión profunda en situaciones reales, con una mirada estructural sobre el pensamiento. El tercero introduce una perspectiva crítica que interroga a las tecnologías desde la justicia educativa y la equidad.

En conjunto, estas miradas configuran un marco integrador que entrelaza comprensión e interacción, indagación y accesibilidad, compromiso ético y diversidad. Desde allí se abre la puerta al diseño instruccional, el espacio donde las teorías se concretan y donde cada decisión —sea pedagógica, visual o tecnológica— puede marcar la diferencia en el derecho a aprender.

Entornos Virtuales de Aprendizaje

El aprendizaje virtual ha atravesado una evolución significativa, desde los primeros modelos por correspondencia —basados en el envío postal de materiales— hasta plataformas propias de la web 2.0, donde blogs, redes sociales y otros entornos colaborativos abren nuevas formas de acceso al conocimiento (Universidad de Murcia, 2014). A lo largo de este recorrido,

recursos como el video, los campus virtuales y las herramientas interactivas han transformado el modo de enseñar y aprender.

A diferencia de la enseñanza a distancia tradicional, el aprendizaje electrónico propone un modelo centrado en la construcción activa del conocimiento. El rol del docente se redefine al dejar de actuar como único transmisor para convertirse en facilitador de procesos formativos más flexibles. Por su parte, el estudiante asume un papel más participativo y autónomo.

Implementar experiencias de *e-learning* requiere una planificación cuidadosa, una gestión pedagógica que fomente el trabajo conjunto y mantenga el interés a lo largo del tiempo (Universidad de Murcia, 2014).

Educación en Línea

La expansión de la educación en línea en los últimos años responde tanto a situaciones de emergencia como a un proceso sostenido de digitalización del campo educativo. Este viraje ha enfrentado múltiples desafíos, aunque también ha revelado posibilidades antes menos exploradas. Según Sangrà (2020), históricamente, la educación a distancia buscó ampliar el acceso a quienes quedaban excluidos de las propuestas presenciales. La evolución tecnológica de las últimas décadas permitió dar forma a lo que hoy se reconoce como aprendizaje electrónico o enseñanza en línea (Figura 3).

La consolidación de este modelo es visible en distintos contextos. En Estados Unidos, crece la cantidad de estudiantes universitarios que cursan al menos una asignatura en línea, e incluso completan sus carreras en entornos virtuales. Este fenómeno también se manifiesta en Canadá y Australia, con una creciente oferta académica digital. En Europa, se observa el aumento de matrículas en universidades telemáticas italianas, el desarrollo del modelo de

aprendizaje flexible en varios países nórdicos y una mayor presencia de titulaciones virtuales en España (Sangrà, 2020).

Figura 3

Antecedentes del e-learning.



Nota. Adaptación de la figura original de José Saiz (2015).

A pesar de lo mencionado, persisten desigualdades que comprometen la promesa inclusiva de la educación virtual. La brecha digital reproduce condiciones de exclusión previas, haciendo necesario un enfoque que contemple tanto el acceso a la tecnología como la alfabetización digital de estudiantes y familias. Para reducir esa distancia social, la planificación debe integrar estas variables desde el inicio (Sangrà, 2020).

El diseño de entornos en línea eficaces requiere algo más que la digitalización de contenidos. La interacción ocupa un lugar clave y debe replantearse desde los nuevos formatos, sin perder su función pedagógica. Diversificar canales de comunicación, ofrecer recursos accesibles y fomentar la participación activa se vuelve indispensable. También es necesario acompañar con orientaciones claras sobre la organización del tiempo y el estudio autónomo. Las videoconferencias, en este marco, solo adquieren sentido cuando se inscriben en una propuesta didáctica coherente, y no como simple réplica de la clase presencial.

Desde una perspectiva de diseño, Guàrdia (2020) propone un enfoque tecno-pedagógico como evolución del diseño instruccional clásico. Este enfoque articula objetivos, actividades, herramientas y criterios de evaluación a través de ciclos iterativos que permiten ajustar y mejorar progresivamente las propuestas.

La eficacia de la educación en línea depende de decisiones pedagógicas informadas, de un diseño centrado en las personas y de una actitud crítica que permita revisar y transformar sus fundamentos. Resulta limitado un modelo que simplemente traslada lo presencial a otro soporte, se trata de imaginar nuevas formas de enseñar y aprender.

Comparación entre EVA, LMS, MOOC, PLE y CVA

La transformación educativa impulsada por las TIC ha dado lugar a un ecosistema amplio, donde conviven distintos modelos, plataformas y enfoques. Entre los términos más frecuentes aparecen los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS), los Cursos Masivos Abiertos y en Línea (MOOC), los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) y las comunidades virtuales de aprendizaje (CVA). Aunque comparten un mismo campo de acción, responden a lógicas propias, se inscriben en tradiciones pedagógicas variadas y proponen formas singulares de concebir el acto educativo.

Estructura Pedagógica y Gestión Técnica de los EVA y LMS. Los Entornos Virtuales de Aprendizaje, también denominados *Virtual Learning Environments* (VLE), son aplicaciones orientadas a crear, administrar y evaluar actividades formativas en línea. Integran herramientas para la inscripción, la gestión de contenidos, el seguimiento del progreso y la evaluación, e incluyen canales de interacción como foros, chats o retroalimentación docente. Su finalidad es sostener un proceso integral que articule lo pedagógico, lo organizativo y lo comunicacional (Ampudia Rueda y Trinidad Delgado, 2012).

Desde el punto de vista técnico, un EVA funciona como software alojado en un servidor que permite crear cursos, gestionar usuarios y controlar el acceso a los contenidos. Además, facilita la comunicación entre docentes y estudiantes, y ofrece reportes sobre el desempeño (Tedini, 2022b).

La elección de una plataforma de este tipo conlleva decisiones pedagógicas que definen los enfoques posibles. Según Marcelo García (2006) y Tedini (2022b), un EVA de calidad debe contemplar dimensiones técnicas, comunicacionales, organizativas y didácticas. Esto implica considerar desde la navegabilidad hasta la incorporación de recursos multimedia, la promoción del trabajo colaborativo y la evaluación de competencias.

Su versatilidad permite integrar aplicaciones externas, analizar métricas de aprendizaje y sumar tecnologías emergentes, que entre otras cosas, amplíen las posibilidades de inclusión para estudiantes que enfrentan barreras de acceso.

El LMS (*Learning Management System*) es el soporte técnico sobre el cual se construye el EVA. Plataformas como Moodle o Blackboard gestionan usuarios, contenidos y datos, y proporcionan la infraestructura necesaria. La diferencia entre ambos conceptos consiste en que el LMS es la base tecnológica, mientras que el EVA incorpora la dimensión pedagógica, los contenidos didácticos y la lógica instruccional (Ampudia Rueda y Trinidad Delgado, 2012).

La Masividad como Estrategia en los MOOC. El término MOOC (*Massive Open Online Course*) fue acuñado por Dave Cormier y Bryan Alexander en 2008, y alcanzó gran difusión a partir de 2011 con las experiencias de Thrun y Norvig en Stanford. Propone cursos abiertos, de inscripción libre y generalmente gratuitos, que pueden convocar a miles de participantes de manera simultánea. Existen dos grandes variantes: los xMOOC, más

estructurados y basados en contenidos estandarizados, y los cMOOC, que se apoyan en el conectivismo y privilegian la construcción colectiva del conocimiento (Tedini, 2022c).

Estos cursos rompen con las restricciones propias del aula tradicional, habilitan formatos asincrónicos y reducen la dependencia institucional. No obstante, también enfrentan críticas por la escasa tutoría personalizada y la limitada interacción, lo que puede afectar la calidad del aprendizaje (Tedini, 2022c).

Autonomía y Personalización en PLE. El concepto de Entorno Personal de Aprendizaje (PLE) se presenta como una alternativa descentralizada y flexible frente a los modelos más institucionalizados como los LMS. Los PLE no son plataformas cerradas, sino redes de herramientas, recursos y estrategias que cada persona articula en función de sus intereses, ritmos y modos de aprender.

Un PLE puede entenderse como el conjunto —no necesariamente digital— de medios que un individuo emplea cotidianamente para aprender, desde sitios web hasta conversaciones significativas. Esta visión se expresa a través de dos enfoques complementarios, uno con un carácter técnico centrado en la integración de herramientas de la web 2.0, y otro con una orientación pedagógica que pone el foco en los procesos de autoformación y autorregulación (Tedini, 2022c; Ampudia Rueda y Trinidad Delgado, 2012).

A diferencia de los EVA, que parten del diseño institucional, los PLE emergen desde la práctica personal. Sin embargo, esta distinción puede relativizarse. Algunos EVA pueden incorporar principios del PLE si se diseñan con apertura, flexibilidad y personalización.

La Dimensión Social del Conocimiento. Las Comunidades Virtuales de Aprendizaje (CVA) incorporan una dimensión social esencial, ya que el conocimiento se construye en relación con otros, a través del diálogo, la participación activa y el intercambio entre pares.

Wenger define las comunidades de práctica —una de sus expresiones más estudiadas— como configuraciones que incluyen un dominio compartido, una práctica común y una comunidad sostenida por la participación (Tedini, 2022c).

Las CVA resignifican el aprendizaje al desplazarlo de un modelo centrado en la transmisión hacia uno basado en la colaboración. Estas comunidades pueden surgir tanto dentro de plataformas institucionales como en espacios informales vinculados a PLE o a redes sociales.

Su estructura no siempre es fija, pero sí responde a una lógica relacional que se fortalece con la implicación creciente de sus integrantes. Las investigaciones destacan su valor para la producción colectiva de saberes, la circulación de voces diversas y el fortalecimiento del trabajo en red (Tedini, 2022a). Por su carácter horizontal y su anclaje en intereses compartidos, constituyen entornos especialmente fértiles para el desarrollo profesional y académico.

Estos cinco modelos expresan distintas formas de concebir la educación en entornos digitales. Los LMS o sistemas de gestión del aprendizaje brindan la infraestructura técnica; los entornos virtuales de aprendizaje suman decisiones pedagógicas y diseño instruccional. Los MOOC —cursos en línea masivos y abiertos— expanden la escala y el acceso; los PLE —entornos personales de aprendizaje— promueven la autonomía y la personalización. Por último, las comunidades virtuales de aprendizaje visibilizan el valor del aprendizaje social y colaborativo. Cada uno ofrece recursos singulares para pensar propuestas educativas situadas, adaptables y más equitativas.

La Tabla 5 ofrece una vista de matriz, que sintetiza sus características para facilitar la comparación.

Tabla 5

Matriz de comparación de modelos educativos digitales.

Dimensión	EVA / VLE	LMS	MOOC	PLE	CVA
Tipo	Plataforma educativa integral	Sistema de gestión del aprendizaje	Curso abierto, masivo y online	Configuración personal de aprendizaje	Espacio social de ap. colaborativo
Finalidad	Enmarcar procesos formativos	Administrar usuarios, contenidos y actividades	Difusión masiva del conocimiento	Aprender autónoma e informalmente	Construcción colectiva de conocimiento
Estructura	Semi-estructurada adaptable	Altamente estructurada y jerárquica	Modular, centrada en contenido	No estructurada, abierta	Flexible y relacional
Acceso	Cerrado / Institución	Cerrado / Corp. / Instit.	Abierto con inscripción	Abierto y personalizado	Generalmente abierto
Ejemplos	Campus virtuales, Moodle	Moodle, Blackboard, Canvas	Coursera, edX, Udacity	Blogs, redes sociales, apps colab., Symbaloo	Foros, grupos virtuales
Rol del usuario	Participante activo guiado por docente	Usuario gestionado por la institución	Estudiante autoorganizado	Es diseñador de su propio entorno de ap.	Miembro y colaborador
Relaciones	Construirse sobre LMS, integrar MOOC y contener CVA	Base técnica de EVA o MOOC	Puede integrarse en LMS o EVA	Puede coexistir con LMS y enriquecer EVA	Puede estar en un EVA, PLE o como estructura autónoma
Institucional	Sí	Sí	A veces	No	A veces
Interacción	Moderada, guiada	Baja	Limitada	Alta y distribuida	Muy alta y participativa
Autonomía	Media	Baja	Alta	Muy alta	Media a alta

Fuente: Producción propia.

Herramientas y Características Clave en un EVA

El valor de un entorno virtual de aprendizaje reside, además de en sus características funcionales, en ofrecer un espacio dinámico, capaz de favorecer el aprendizaje activo, la participación sostenida y el acceso pleno para todos los usuarios. Para lograrlo, es fundamental integrar herramientas que articulen la interacción, el seguimiento formativo y el acompañamiento integral, tanto técnico como pedagógico.

Tedini (2022b) sostiene que estos entornos deben recrear ciertas condiciones del aula presencial, generando espacios de autonomía, construcción colaborativa del conocimiento y uso reflexivo de los recursos digitales. Esto requiere combinar canales asincrónicos —como foros o mensajería interna— con propuestas sincrónicas —como videoconferencias o chats—, alineadas con los objetivos pedagógicos del diseño instruccional.

La experiencia del usuario depende, en gran medida, de tres factores clave que contempla la usabilidad, la escalabilidad y la estandarización. Según Berrocal de Luna y Megías Ruiz (2015), es imprescindible que la plataforma facilite una navegación clara, una arquitectura informativa coherente, compatibilidad con distintos dispositivos y sistemas de seguridad confiables. También resulta esencial su flexibilidad para adaptarse a distintos modelos educativos, incluyendo la posibilidad de integrar contenidos multimedia, actividades interactivas y estrategias variadas de evaluación.

Desde una perspectiva centrada en la calidad educativa, Marcelo García (2006) sugiere que todo EVA debería ser evaluado en función de dimensiones técnicas, comunicativas, organizativas y didácticas. Esto implica un diseño estructurado, con contenidos secuenciados y planificación instruccional orientada a los objetivos de aprendizaje.

El acompañamiento cumple un rol decisivo. El soporte técnico debe ser eficiente y constante, mientras que el acompañamiento pedagógico se traduce en tutorías, retroalimentación oportuna y atención personalizada, sin dejar de lado la dimensión de autonomía. Estas condiciones influyen directamente en la percepción de calidad por parte del estudiantado (Tedini, 2022b).

La dimensión colaborativa resulta central para el desarrollo de aprendizajes significativos. Herramientas como wikis, espacios compartidos o foros temáticos fomentan la construcción colectiva del conocimiento y permiten desarrollar habilidades como la negociación, el trabajo en equipo y la resolución de problemas. La interacción —con el contenido, el docente y los pares— es una condición estructural del aprendizaje digital. Swan (2001) destaca que este tipo de vínculos evita el aislamiento y fortalece el compromiso. Un diseño que incorpore canales accesibles de comunicación, retroalimentación frecuente y una presencia docente activa incrementa la motivación y favorece la continuidad en el proceso formativo (Rourke et al., 2001).

La evaluación, por su parte, plantea desafíos importantes. Aunque persisten interrogantes sobre su validez en entornos digitales, diversos estudios señalan que puede enriquecerse notablemente si se diseña con criterios formativos. Tedini (2022b) destaca que registrar evidencias en tiempo real —como intervenciones en foros o entregas de trabajos— permite un monitoreo más fino, la detección temprana de obstáculos y ajustes didácticos más pertinentes.

Repensar la evaluación digital implica revisar los criterios, los instrumentos y los objetivos de la enseñanza. Según Marcelo García (2006), se trata de favorecer la autonomía del estudiante mediante estrategias como la autoevaluación y la coevaluación, que fortalecen el juicio crítico y distribuyen la responsabilidad formativa. Para Berrocal de Luna y Megías Ruiz

(2015), estos procesos deben explicitarse desde el inicio, de modo que se promueva una experiencia formativa más transparente, participativa y justa. Esto requiere, a nivel técnico, funciones que permitan integrar rúbricas, ofrecer devoluciones personalizadas y mostrar de manera clara el progreso del aprendizaje.

En definitiva, el valor de estas plataformas se sustenta en la integración coherente de sus componentes técnicos con una propuesta pedagógica sólida, con el foco puesto en construir propuestas educativas que sean sostenibles y significativas.

Inclusión y Accesibilidad en los EVA

En la actualidad, muchos espacios digitales de aprendizaje continúan mostrando limitaciones cuando se trata de garantizar condiciones reales de acceso para estudiantes con diversas necesidades comunicativas. La dificultad subyace una falta de mirada pedagógica que reconozca la diversidad como principio desde el origen del diseño más que en limitaciones técnicas (Roma, 2021).

Tanto el enfoque del Diseño Universal para el Aprendizaje como las recomendaciones del W3C (W3C, 2018) señalan la necesidad de construir entornos con variadas formas de representación, interacción y expresión integradas desde la estructura misma del sistema. La compatibilidad técnica o los accesos alternativos no resultan suficientes si el contenido se organiza de forma confusa, se sobrecarga cognitivamente o se dificultan los vínculos pedagógicos.

Roma (2021) subraya que garantizar accesibilidad no es tarea exclusiva del desarrollo tecnológico. Docentes y diseñadores tienen un papel activo en cada decisión instruccional, desde la elección de formatos hasta la manera de acompañar las trayectorias. La inclusión se juega en la arquitectura del entorno, pero también en la lógica didáctica que lo habita. Cuando se favorece

la autonomía, el reconocimiento de las diferencias y un aprendizaje con sentido, es posible hablar de un entorno genuinamente accesible.

Métodos y Métricas para Evaluar la Eficacia de los EVA

Al momento de evaluar un entorno virtual no se debe limitar a su funcionamiento técnico. El foco debe situarse mayormente en su potencial para generar aprendizajes relevantes, facilitar la interacción y adaptarse a las características de quienes lo utilizan. Para ello, se requiere un enfoque amplio, que integre tanto criterios medibles como la experiencia de los usuarios.

Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez (2021) identifican tres dimensiones centrales para este análisis: la tecnológica, que comprende la estabilidad, la accesibilidad y la usabilidad; la pedagógica, orientada a la claridad didáctica, la coherencia en la secuenciación y la adecuación de los recursos; y la funcional, centrada en la navegación, la posibilidad de personalización y la gestión eficiente del entorno. En línea con esta propuesta, Marcelo García (2006) plantea incorporar variables como la interactividad, la pertinencia de los contenidos, la calidad del acompañamiento docente y los mecanismos de evaluación disponibles.

Las miradas de quienes aprenden permiten comprender cómo transitan el espacio digital, cómo se construyen los vínculos y qué condiciones favorecen o dificultan el aprendizaje (Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez, 2021).

Un entorno realmente eficaz debe crear las condiciones para que emerjan aprendizajes autónomos y sostenidos. El diseño de un sistema con estas características requiere una evaluación constante, guiada por metodologías iterativas centradas en quienes participan.

Innovación y TIC en los Entornos Virtuales de Aprendizaje

La expansión de las tecnologías digitales ha transformado radicalmente el paisaje educativo, particularmente en espacios digitales de enseñanza. A diferencia de lo que ocurre en escenarios presenciales, donde la incorporación de recursos tecnológicos suele verse limitada por condiciones físicas, estructurales o institucionales, los espacios de aprendizaje en línea ofrecen un campo fértil para la integración creativa de herramientas interactivas, plataformas adaptativas y recursos multimedia. Esta flexibilidad técnica, impulsada además por la aceleración de la innovación y por el surgimiento de herramientas cada vez más intuitivas, permite que más personas —desde educadores hasta estudiantes— puedan generar contenidos digitales o incluso programas de computadora sin necesidad de contar con formación técnica específica (Garcia Brustenga y Gómez Cardosa, 2024).

Las TIC, en este marco, no solo facilitan el acceso a la información, sino que permiten transformar las formas en que se aprende, se enseña y se participa en la construcción del conocimiento. Las posibilidades que ofrecen tecnologías como la realidad aumentada, la inteligencia artificial, los sistemas de reconocimiento visual o los entornos inmersivos abren caminos inéditos para el diseño instruccional. Además, la educación digital permite ajustar los entornos a diferentes necesidades educativas o lingüísticas, favoreciendo propuestas más inclusivas y centradas en el estudiante.

A pesar de los avances, siguen existiendo desafíos relacionados con la conectividad, la escasez de dispositivos en algunos contextos y, particularmente para alumnos sordos, el desarrollo aún limitado de tecnologías de traducción automática en lengua de señas (Oliveira Neto et al., 2023). No obstante, el crecimiento continuo de soluciones digitales, sumado al

compromiso de distintos sectores públicos y privados, permite vislumbrar un horizonte prometedor para la educación virtual inclusiva.

Como sostienen Martins et al. (2015), los desarrollos tecnológicos orientados a mejorar la comunicación y la interacción en plataformas digitales transforman estructuralmente las condiciones de participación en la educación contemporánea. Este marco habilita la exploración de herramientas emergentes con un enfoque tanto pedagógico como facilitador de inclusión, clave para comprender el potencial transformador de los EVA.

Cambiar desde la Innovación

Innovar en educación implica repensar integralmente las condiciones del aprendizaje, más allá de la simple incorporación de herramientas. Como plantea Libedinsky (2016), una transformación significativa implica cuestionar estructuras, replantear vínculos y modificar prácticas generando nuevas formas de pensar la enseñanza. En este marco, el ecosistema del aprendizaje electrónico adquiere valor en la medida en que integra diseño, participación y sentido compartido (Tedini, 2022b). Su potencial se expresa en la combinación entre una base técnica sólida y la capacidad de generar experiencias significativas.

Para innovar en este espacio, Berrocal de Luna y Megías Ruiz (2015) proponen analizar también las dimensiones organizativas, comunicativas y pedagógicas, que son también claves para la inclusión. Diseñar desde la diferencia, como sugiere García (2006), exige reconocer cómo perciben, se expresan y aprenden los estudiantes a quienes apuntan los entornos virtuales. La innovación cobra sentido cuando responde a contextos reales, es oportuna y se articula con trayectorias heterogéneas.

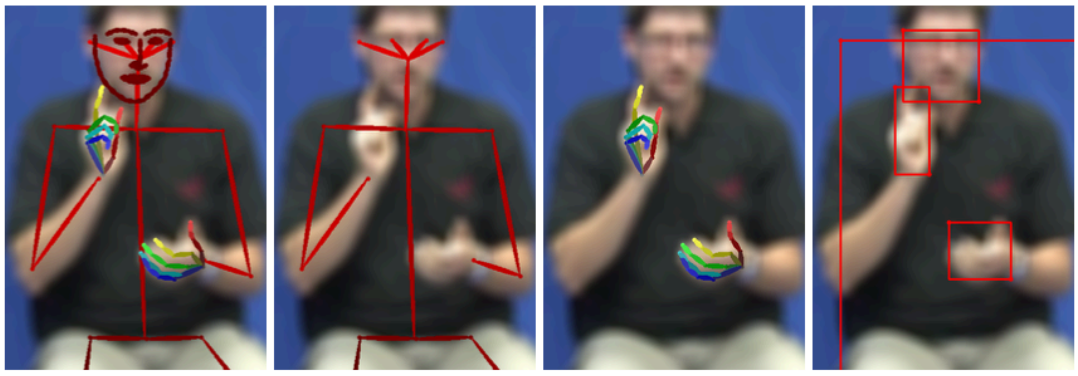
La Lengua de Señas a Través de las TIC

Uno de los grandes desafíos técnicos radica en captar la complejidad visual y espacial de las lenguas de señas. Expresiones faciales, rasgos no manuales y simultaneidad en la construcción del sentido escapan a los modelos tradicionales de reconocimiento (Martins et al., 2015). A diferencia de la lengua oral, que es lineal y auditiva, la lengua señada se articula visualmente y en múltiples planos. Esta estructura plantea exigencias específicas al momento de desarrollar herramientas automáticas de traducción (Ruiz, 2022).

Algunos dispositivos, como guantes con sensores, han intentado abordar esta tarea, pero presentan limitaciones al no registrar gestualidades faciales o corporales completas (Shukor et al., 2015). Las tecnologías basadas en inteligencia artificial y visión por computadora permiten avances más prometedores. A través del uso de cámaras y procesamiento en tiempo real, se están desarrollando algoritmos capaces de reconocer simultáneamente cuerpo, manos y rostro (Figura 4) (Moryossef et al., 2020).

Figura 4

Detección en tiempo real de cuerpo, manos y rostro.



(a) Pose-All (b) Pose-Body (c) Pose-Hands (d) BBOX

Fuente: Moryossef et al., (2020)

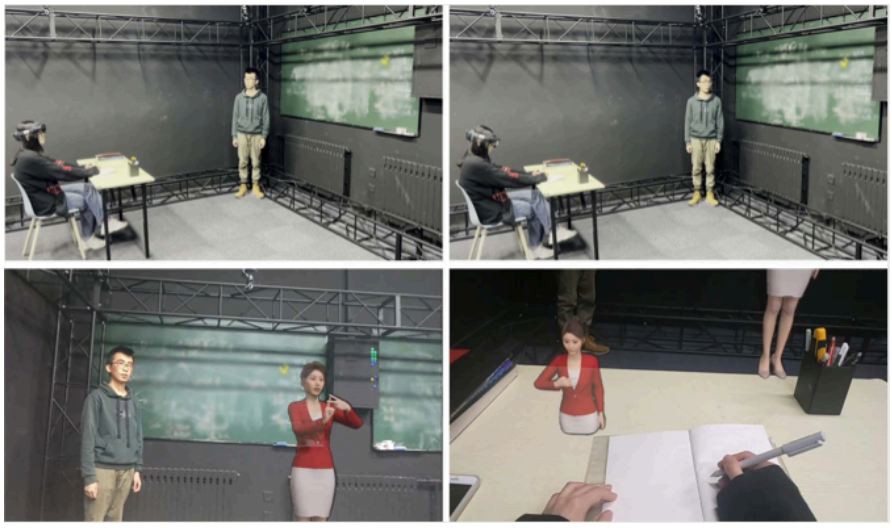
Intérpretes Virtuales y Traducción Automatizada

Los intérpretes digitales —o avatares— son animaciones 3D que reproducen de manera automatizada señas. A diferencia de los videos tradicionales, estos sistemas permiten generar contenidos dinámicos, adaptables y escalables, ideales para contextos que requieren interpretación simultánea (Figura 5). Su desarrollo combina tecnologías como captura de movimiento, procesamiento lingüístico y animación (Yang et al., 2022; Luo et al., 2022).

Luo et al. (2022) destacan su potencial en realidad aumentada, donde pueden ofrecer interpretación en tiempo real durante clases presenciales o virtuales. Yang et al. (2022) subrayan su utilidad pedagógica, especialmente para representar estructuras complejas. Estas herramientas pueden utilizarse tanto para el aprendizaje de la lengua como para facilitar el acceso a contenidos. Si bien aún presentan limitaciones —como la expresividad facial—, se avanza hacia modelos cada vez más precisos y naturales. La evolución de la IA aplicada al video acorta el camino hacia intérpretes visuales más cercanos a las necesidades reales de los usuarios.

Figura 5

Experiencias en el aula con intérpretes virtuales y realidad aumentada.



Fuente: Luo et al. (2022)

Subtítulos Cerrados

Los subtítulos cerrados accesibles —o *closed captions* (CC)— resultan esenciales para garantizar la inclusión en contenidos audiovisuales. A diferencia de los subtítulos convencionales, que transcriben solo el diálogo, los CC incorporan elementos como música, entonaciones o efectos sonoros (NIDCD, 2017). Su uso favorece la comprensión, potencia habilidades lectoras y fortalece la autonomía, especialmente en el caso de estudiantes sordos.

Más allá de la comunidad sorda, los CC benefician a estudiantes que aprenden lenguas extranjeras, estudian en entornos ruidosos o presentan otras necesidades específicas (Jae, 2019). Si bien la IA ha mejorado notablemente la generación automática de subtítulos, la revisión humana sigue siendo necesaria para garantizar precisión y coherencia, sobre todo en ámbitos educativos (Kuhn et al., 2024). Plataformas como YouTube ya integran funciones de creación, edición y traducción automática de subtítulos (Figura 6).

Figura 6

Reproductor de video con opciones de subtítulos.



Nota. YouTube permite ver subtítulos creados por el autor, o generados y traducidos automáticamente.

Fuente: YouTube (2024)

Tecnologías Inmersivas

Las tecnologías inmersivas —realidad virtual (VR), aumentada (AR) y mixta (MR)— permiten nuevos modos de explorar, construir y representar el conocimiento. Mientras la VR crea entornos digitales cerrados, la AR superpone elementos virtuales sobre el mundo real, y la MR integra ambos de manera interactiva. Esta clasificación, planteada por Milgram y Kishino (1994), permite pensar las posibilidades pedagógicas según el grado de inmersión deseado.

Estos recursos interactivos se aplican con éxito en áreas como ciencia, historia o matemática, mediante simulaciones, recorridos o modelos visuales que favorecen una participación activa basada en la experiencia directa y la manipulación visual. A la vez, estimulan competencias como la creatividad, la colaboración o la resolución de problemas, claves en el mundo digital actual (Mora et al., 2017).

Figura 7

Proyecto BEARS. Uso de VR con niños hipoacúsicos.



Fuente: Cullington et al. (2024)

En educación especial, el valor se potencia por su capacidad de romper barreras comunicacionales. Aplicaciones como StorySign traducen libros impresos a lengua de señas mediante AR, mientras que gafas inteligentes permiten superponer subtítulos o intérpretes en tiempo real durante una clase. En el ámbito de la VR, estudios como los de Passig y Eden (2000) han evidenciado mejoras cognitivas en estudiantes sordos, y proyectos como BEARS (Figura 7) exploran usos terapéuticos en usuarios de implantes cocleares (Cullington et al., 2024).

Algoritmos y Datos de Gran Escala

Las tecnologías basadas en *big data* e inteligencia artificial están reconfigurando el ecosistema educativo. Al analizar grandes volúmenes de información, estas herramientas permiten monitorear trayectorias, anticipar dificultades y adaptar propuestas de manera instantánea (Williamson, 2018). Su impacto es especialmente visible en plataformas comerciales que ya incorporan asistentes virtuales, sistemas predictivos y evaluación dinámica.

El análisis automatizado del lenguaje ocupa un lugar destacado. Estas tecnologías interpretan patrones discursivos, generan contenido y permiten el diseño de recursos accesibles. En el caso particular de las lenguas de señas, los desafíos son mayores, ya que requieren una comprensión profunda del sentido, más allá de la traducción literal. Las herramientas que no captan esta complejidad pierden efectividad (Yang et al., 2022).

Selwyn (2016) y Benjamin (2019) advierten que estas tecnologías, si no se diseñan con criterios éticos y participativos, pueden reproducir sesgos y desigualdades. La opacidad algorítmica, la vigilancia constante y la reducción a lo medible ponen en riesgo aspectos fundamentales del aprendizaje, como la creatividad, el juicio crítico y el compromiso con el otro.

La alfabetización digital es indispensable para garantizar que estas innovaciones sean aliadas en el encuentro educativo. Su abordaje debe ser crítico de su alcance y limitaciones.

Metodología de Trabajo

Este proyecto se estructuró a partir del enfoque de *design thinking*, una metodología centrada en las personas, estructurada en fases iterativas que permiten comprender problemas, idear soluciones, prototiparlas y evaluarlas críticamente (Lewrick, Thommen et al., 2020).

Como puntapié inicial, la fase de empatía incluyó entrevistas con docentes, estudiantes y especialistas. Esta combinación permitió relevar barreras comunicativas, dinámicas inclusivas y modos particulares de interacción. El análisis posterior derivó en una síntesis de "puntos de dolor" clave, transformados en desafíos de diseño tangibles durante la etapa de definición.

En la ideación, se exploraron múltiples alternativas —convencionales y disruptivas— que integraron herramientas como inteligencia artificial, realidad aumentada y sistemas automáticos de traducción. Estas ideas fueron plasmadas en un prototipo funcional, desarrollado en Figma, que permitió simular la experiencia de uso sin necesidad de programación.

Finalmente, la fase de prueba consistió en una instancia de evaluación del prototipo. Los aportes recogidos aportan una mirada reflexiva del proceso y sus resultados, orientan futuras mejoras y enriquecen la validación del enfoque adoptado. Todo el proceso se sostuvo en ciclos de retroalimentación y ajuste, propios del pensamiento de diseño como metodología adaptable.

Diseño Centrado en las Personas

Las personas configuran su entorno constantemente, ya sea de manera deliberada o como respuesta a hábitos y necesidades cotidianas. Desde elecciones simples hasta desarrollos complejos, el diseño en general combina creatividad, análisis funcional y sensibilidad contextual para dar forma a experiencias significativas.

Dentro de este campo, el *Human-Centered Design* (HCD) pone el foco en quienes interactúan con los sistemas, considerando emociones, expectativas y limitaciones. Esta corriente, impulsada por Donald Norman (2013), prioriza la empatía como base para construir soluciones que respondan a las vivencias reales de los usuarios.

La norma ISO 9241-210:2019 sintetiza los principios fundamentales del diseño centrado en las personas. Involucra activamente a los usuarios desde las primeras etapas, con el fin de comprender sus contextos, evaluar las propuestas desde su perspectiva y perfeccionar el diseño a partir de pruebas concretas.

Del HCD deriva el diseño centrado en el usuario, que enfatiza la resolución de tareas y la mejora de la experiencia funcional. Implica observar comportamientos, anticipar dificultades y proponer entornos intuitivos que acompañen la apropiación tecnológica.

Variables como la claridad de la interfaz, la estética del entorno y la lógica de navegación inciden directamente en la experiencia formativa. Un diseño pensado desde la perspectiva del usuario puede marcar la diferencia entre una experiencia integradora y otra que excluya.

Design Thinking

El concepto de *design thinking* fue introducido por Herbert Simon en su obra *La ciencia de lo artificial* (1969), donde definió el diseño como una ciencia orientada a crear soluciones intencionales con objetivos específicos. Aunque inicialmente tuvo escasa difusión, sus ideas sentaron las bases de un enfoque que décadas más tarde cobraría fuerza. En 2008, Tim Brown retomó esta tradición desde una mirada práctica y contemporánea, definiendo el pensamiento de diseño como una metodología centrada en las personas, capaz de transformar la forma en que se conciben productos, servicios y procesos (Brown, 2008).

A diferencia de modelos lineales y cerrados, esta propuesta vive de la empatía, la colaboración interdisciplinaria y la experimentación temprana. Parte de observar situaciones reales, identificar necesidades que a menudo no están explicitadas y diseñar respuestas viables desde lo técnico y lo emocional. El diseño se incorpora desde el inicio como parte del proceso como herramienta para repensar problemas complejos desde una lógica creativa y contextualizada, y no como un aspecto meramente estético ni como un paso final del desarrollo. En campos como el de la salud, por ejemplo, ha sido utilizada para rediseñar prácticas tan concretas como los traspasos de turnos hospitalarios, mejorando la experiencia tanto de pacientes como de profesionales que usan el hospital y sus sistemas informáticos (Brown, 2008).

Este enfoque propone prototipar ideas desde etapas tempranas, lo que permite validar hipótesis sin esperar desarrollos completos. Al ensayar soluciones con usuarios reales, se identifican errores o áreas de mejora antes de invertir recursos. Esto resulta útil tanto en productos tangibles como en el diseño de experiencias, servicios y entornos formativos.

Liedtka (2018) resalta que su potencia está en combinar tres pilares: empatía profunda, diversidad de perspectivas y experimentación iterativa. Mediante herramientas como entrevistas contextuales o dinámicas participativas, se abren nuevas preguntas que difícilmente emergerían desde el análisis tradicional unidireccional. Por otro lado, los prototipos tempranos permiten validar ideas y, al mismo tiempo, habilitan conversaciones nuevas, más cercanas a la experiencia que se busca generar.

Desde una visión crítica, Kimbell (2011) manifiesta que no existe una única forma de entender este proceso. En lugar de asumirlo como receta aplicable a cualquier problema, plantea que debe pensarse como una práctica situada, atravesada por sus condiciones culturales, organizacionales y materiales. Esta autora subraya que diseñar implica también revisar los

propios supuestos, reconociendo que las soluciones no son neutras ni universales. Sin esa mirada, el riesgo es generar respuestas estandarizadas que, lejos de resolver, perpetúan las limitaciones.

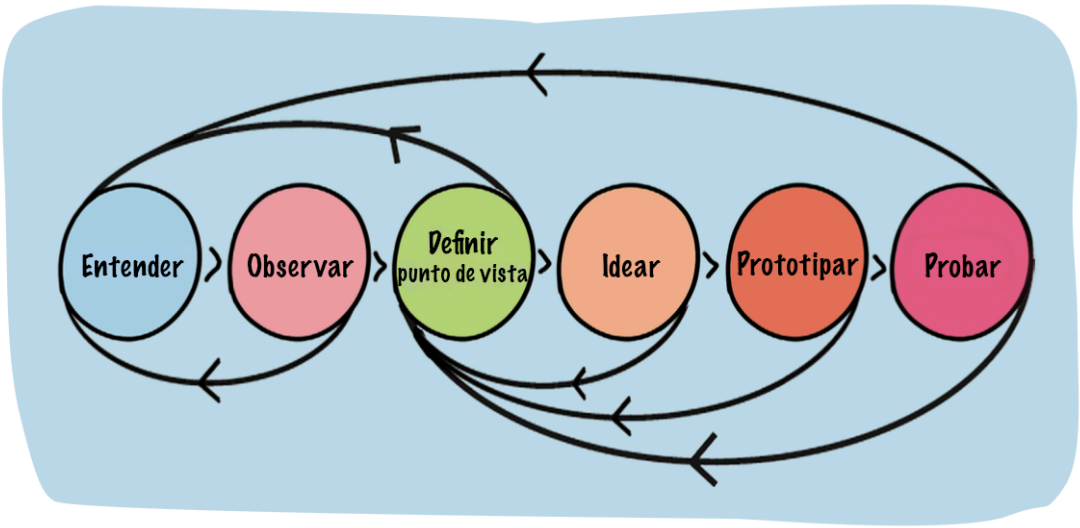
El *design thinking* se concibe como una metodología de innovación, pero también como una actitud o *mindset* frente a los problemas, que invita a observar con curiosidad, asumir que el error es parte del proceso y construir desde el vínculo con quienes habitan la experiencia que se busca transformar. Gracias a esta forma de pensar, es posible sostener una práctica reflexiva, sensible al contexto y abierta al aprendizaje continuo.

Etapas del Design Thinking

El proceso para llevar a cabo esta metodología se estructura como un ciclo flexible y no lineal. Las fases se recorren de manera iterativa, permitiendo redefinir el problema o ajustar las soluciones a medida que se aprende en cada fase. Según Lewrick, Thommen y Leifer (2020), se compone de momentos clave que combinan observación, síntesis y creación (Figura 8):

Figura 8

Etapas del Design Thinking.



Fuente: Lewrick, Thommen, et al. (2020)

Entender: implica una inmersión en la situación actual. Se buscan datos relevantes y se exploran los marcos que delimitan el problema.

Observar: se realiza un seguimiento activo del comportamiento de las personas, en contexto, para detectar necesidades que no siempre se manifiestan de forma explícita.

Definir el punto de vista: se construye una mirada clara que oriente el diseño, basada en la información obtenida y centrada en las necesidades reales de los usuarios.

Idear: se generan propuestas diversas, sin juzgarlas en un primer momento. Se prioriza la apertura creativa mediante dinámicas como el *brainstorming*.

Prototipar: se crean versiones preliminares de las ideas elegidas. Estos modelos no requieren estar terminados; su valor reside en permitir el ensayo.

Probar: los prototipos se comparten con usuarios reales, que aportan observaciones clave para mejorar las propuestas. La retroalimentación obtenida orienta nuevas decisiones.

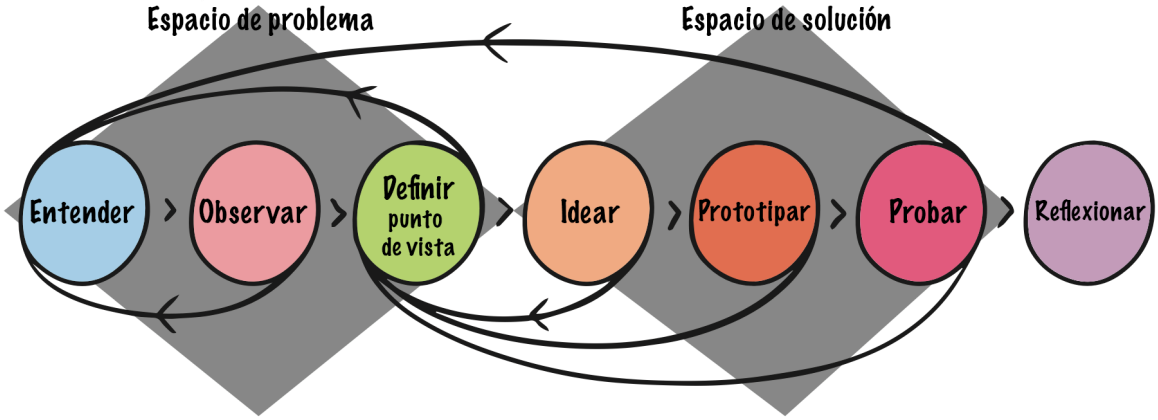
Reflexionar: aunque aparece como etapa transversal, la reflexión es constante a lo largo de todo el proceso. Permite revisar supuestos, detectar aprendizajes y ajustar el rumbo.

A su vez, estas etapas pueden agruparse en dos grandes momentos: el espacio del problema (entender, observar, definir) y el espacio de la solución (idear, prototipar, probar), unidos por la reflexión como práctica integradora (Figura 9).

Otras versiones más sintéticas conservan esta lógica general. Han (2022), por ejemplo, resume el proceso en cuatro momentos: clarificar, idear, desarrollar e implementar. Liedtka (2018), por su parte, recomienda una secuencia basada en investigación cualitativa, generación de ideas, construcción de prototipos y pruebas, siempre desde un enfoque iterativo que pone en el centro a los usuarios.

Figura 9

Espacios de Problema y Solución en el Design Thinking.



Fuente: Lewrick, Thommen, et al. (2020)

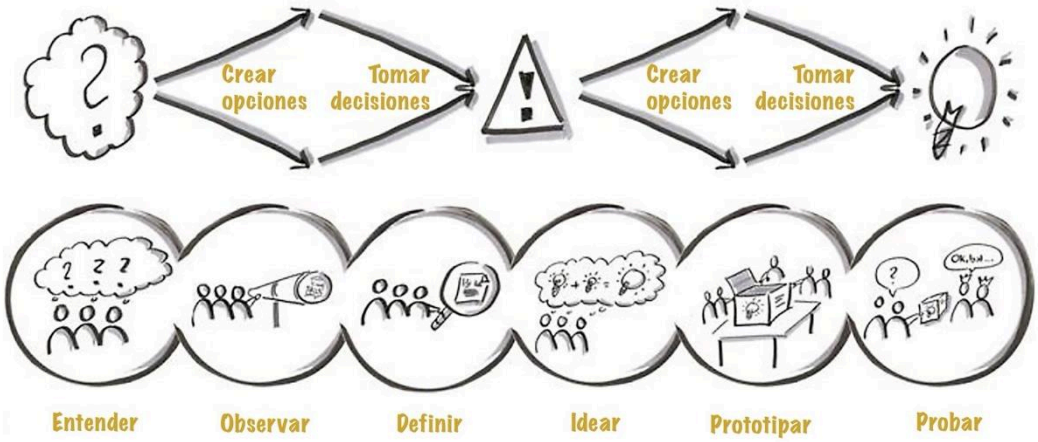
Convergencia y Divergencia

Diseñar supone alternar entre momentos de expansión creativa y momentos de concentración en lo esencial. La alternancia entre apertura y cierre permite generar opciones variadas y, luego, seleccionar aquellas que respondan con mayor precisión a los criterios de viabilidad, deseabilidad y factibilidad (Lewrick et al., 2020).

Esta oscilación explícita en cada etapa del proceso, evita tanto la dispersión como el cierre prematuro de posibilidades. La divergencia abre el campo a nuevas ideas, la convergencia permite avanzar con sentido y dirección (Figura 10). Entender cómo y cuándo transitar entre estos momentos es clave para sostener la coherencia del proceso y responder a los desafíos de forma creativa y fundamentada.

Figura 10

Convergencia y Divergencia durante el Design Thinking.



Fuente: SAP (s.f.)

Usabilidad en Interfaces de Usuario

En el diseño de entornos digitales, la usabilidad constituye un criterio clave para garantizar experiencias significativas. Concebir una interfaz de usuario no puede reducirse a una cuestión funcional y mucho menos estética, ya que su diseño en el caso de los EVA afecta directamente la forma en que los estudiantes acceden a los contenidos, interactúan con los docentes y gestionan su propio aprendizaje. Una interfaz clara, intuitiva y accesible actúa como mediadora del conocimiento, disminuyendo barreras que afectan a quienes tienen diversas formas de comunicación y favoreciendo trayectorias más autónomas y motivadas (CAST, 2018).

Jakob Nielsen (1994) define la usabilidad como un atributo que evalúa la facilidad de uso de una interfaz digital, considerando aspectos como la rapidez con que puede aprenderse, su eficiencia, la capacidad de ser recordada, la prevención de errores y la satisfacción general del usuario. Donald Norman (2013) complementa esta definición al sostener que un buen diseño es aquel que “habla el lenguaje del usuario”, sin exigir esfuerzos interpretativos innecesarios ni

instrucciones complejas. En el contexto educativo, esto se traduce en entornos digitales que acompañan el aprendizaje en lugar de interferir con él.

A partir de esta concepción, Nielsen propuso diez principios —conocidos como heurísticas de usabilidad— que orientan el diseño de interfaces centradas en el usuario. Extrapoladas al ámbito educativo, permiten evaluar tanto la interacción de los estudiantes como la experiencia de los docentes dentro del entorno virtual:

1. **Visibilidad del estado del sistema**: el entorno debe brindar retroalimentación clara y constante. Por ejemplo, mostrar cuándo una tarea ha sido enviada, un mensaje recibido, una respuesta guardada o una acción realizada con éxito. También resulta relevante informar los cambios de estado vinculados a configuraciones personales.
2. **Correspondencia con el mundo real**: el lenguaje tanto visual como verbal debe ser familiar para los usuarios. Íconos como un lápiz para editar o un sobre para enviar mensajes facilitan la navegación. Del mismo modo, nombrar una sala virtual como “aula” reduce la distancia entre lo digital y lo cotidiano.
3. **Control y libertad del usuario**: se deben incluir funciones que permitan deshacer o editar acciones. Esto incrementa la confianza, especialmente en procesos autónomos de aprendizaje donde es común explorar sin certezas previas.
4. **Consistencia y estándares**: mantener una lógica coherente en botones, colores y ubicación de elementos evita la desorientación. Cuanto más predecible es la interfaz, más atención puede dedicarse a los contenidos.
5. **Prevención de errores**: mejor que informar un error es evitarlo. Formularios con validación automática, botones inactivos hasta completar tareas o advertencias antes de enviar actividades son ejemplos efectivos para evitar frustraciones.

6. **Reconocimiento antes que recuerdo**: minimizar la carga de memoria mediante menús visibles y accesos permanentes facilita la navegación, especialmente en entornos complejos o con estudiantes poco familiarizados con lo digital.
7. **Flexibilidad y eficiencia**: las plataformas deben adaptarse a distintos niveles de experiencia. Atajos para usuarios avanzados y tutoriales visuales para principiantes permiten una experiencia personalizada y equitativa.
8. **Diseño estético y minimalista**: un entorno recargado puede saturar cognitivamente al usuario. La claridad visual contribuye a enfocar la atención en lo importante, sin sacrificar la estética.
9. **Reconocimiento y recuperación ante errores**: los mensajes deben ser comprensibles, orientadores y no culpabilizantes. Frases como "El archivo supera el tamaño permitido. Intente comprimirlo o cambiar el formato" aportan soluciones concretas y reducen la ansiedad del usuario.
10. **Ayuda y documentación accesible**: aunque idealmente innecesaria, la ayuda debe estar siempre disponible. Incluir tutoriales breves, preguntas frecuentes o soporte en tiempo real —con opciones en lengua de señas y subtítulos— fortalece la accesibilidad.

Estas heurísticas, originalmente pensadas para evaluar sistemas digitales en general, adquieren nuevos matices cuando se las articula con principios del diseño instruccional. Según el Center for Applied Special Technology (CAST, 2018), la accesibilidad va más allá de mediciones técnicas, ya que implica reconocer la diversidad de formas en que las personas comprenden y expresan el conocimiento. Desde esta afirmación, la interfaz también enseña al incluir o excluir, facilitar o dificultar la participación, y potenciar o bloquear la motivación.

La interfaz en un contexto educativo digital es un componente pedagógico clave, cuya calidad incide directamente en la experiencia de aprendizaje, acceso y autonomía de los docentes y estudiantes.

Herramientas Utilizadas

En línea con el enfoque metodológico centrado en el usuario y basado en procesos iterativos, se utilizaron diversas herramientas, tanto digitales como analógicas, para acompañar las distintas fases del proceso. Estas herramientas facilitaron la recolección y el análisis de datos, la visualización de ideas, el acceso remoto y el desarrollo iterativo del prototipo.

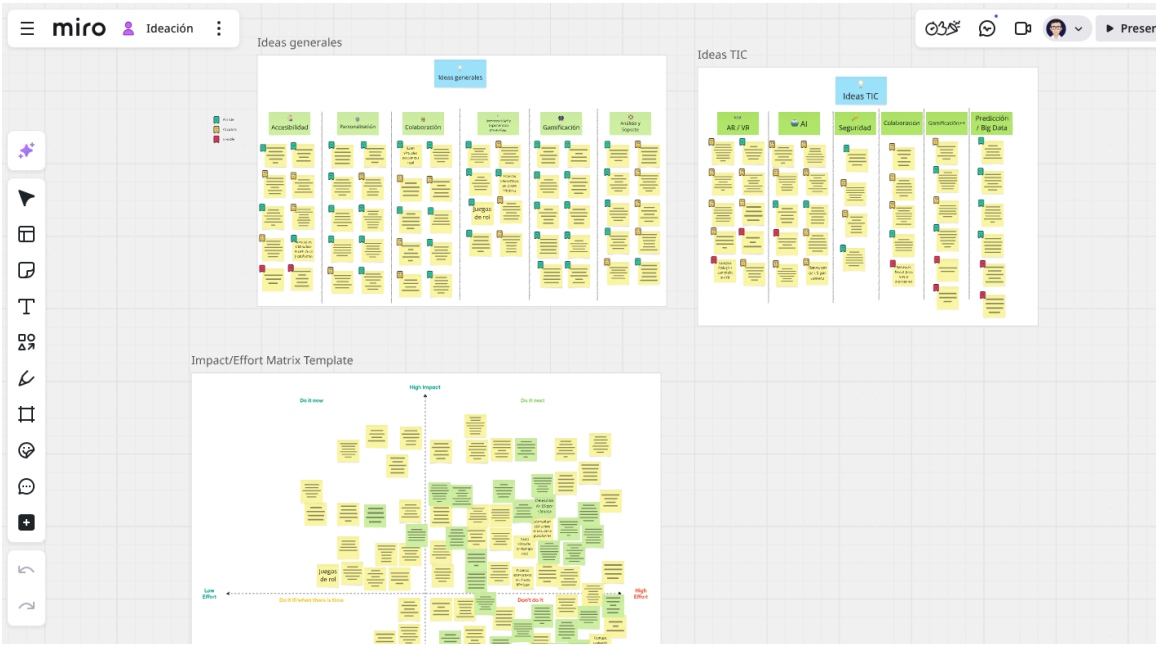
Miro

Miro es una plataforma colaborativa en línea que permite trabajar de forma remota en tableros digitales compartidos, lo que la convierte en una herramienta valiosa para procesos de diseño participativo. Su uso se ha expandido en ámbitos como las metodologías ágiles, la investigación en experiencia de usuario y la innovación educativa. Ofrece una licencia académica que agrega funcionalidades a la versión gratuita (Miro, s.f.).

En este proyecto, se la utilizó especialmente en las etapas iniciales. Fue útil para construir mapas de empatía, definir perfiles de usuario (*user personas*), diagramar recorridos de interacción (*user journeys*) y organizar la información surgida durante la ideación. Gracias a su flexibilidad, Miro permitió condensar y representar de forma visual problemas complejos, ideas emergentes y decisiones de diseño. La posibilidad de trabajar en simultáneo desde distintos dispositivos favoreció la coherencia del proceso metodológico.

Figura 11

Tableros creado en Miro para la etapa de ideación y priorización.



Fuente: Producción propia.

Libreta de Apuntes

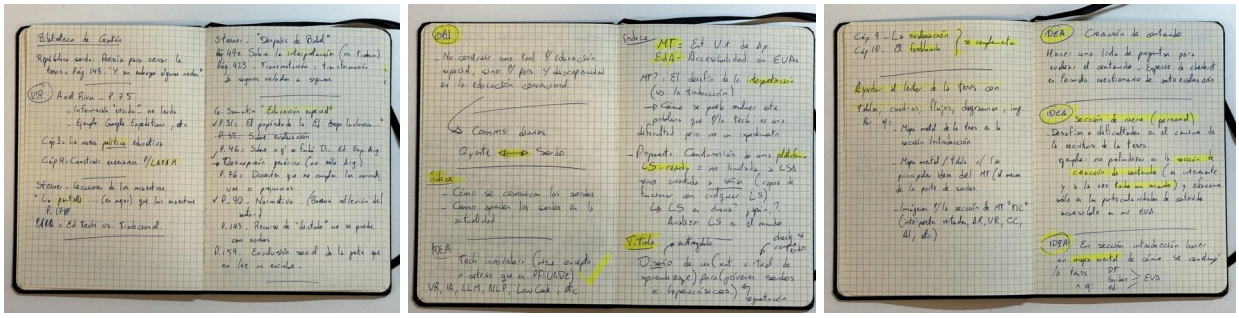
A lo largo de todo el desarrollo se mantuvo en uso una libreta de anotaciones física. Este cuaderno funcionó como un espacio central para el registro de ideas, decisiones y observaciones. Allí se trazaron esquemas, bocetos, diagramas de navegación, listas de verificación, fragmentos surgidos en entrevistas, ideas de *storyboards* y reflexiones metodológicas.

Tomar apuntes a mano favoreció una elaboración más profunda del contenido. Estudios como el de Mueller y Oppenheimer (2014) han demostrado que la escritura manual estimula procesos cognitivos distintos a los de la transcripción digital, promoviendo la síntesis y la reorganización activa de la información. Esta cualidad resultó especialmente útil en un contexto donde el pensamiento visual debió mantenerse conectado con los objetivos pedagógicos.

Además de su función cognitiva, la libreta actuó como hilo conductor entre las distintas fases del proceso, permitiendo volver sobre hallazgos anteriores, identificar patrones o recuperar decisiones ya tomadas. En las Figuras 12, 13 y 14 se pueden ver diferentes anotaciones a mano alzada en la libreta utilizada, en las que se combinan textos, recursos gráficos y esquemas organizativos que permiten reconstruir el recorrido reflexivo seguido durante el diseño.

Figuras 12, 13 y 14

Libreta de anotaciones usada a lo largo del desarrollo del proyecto.



Fuente: Producción propia.

Inteligencia Artificial para Generación de Imágenes

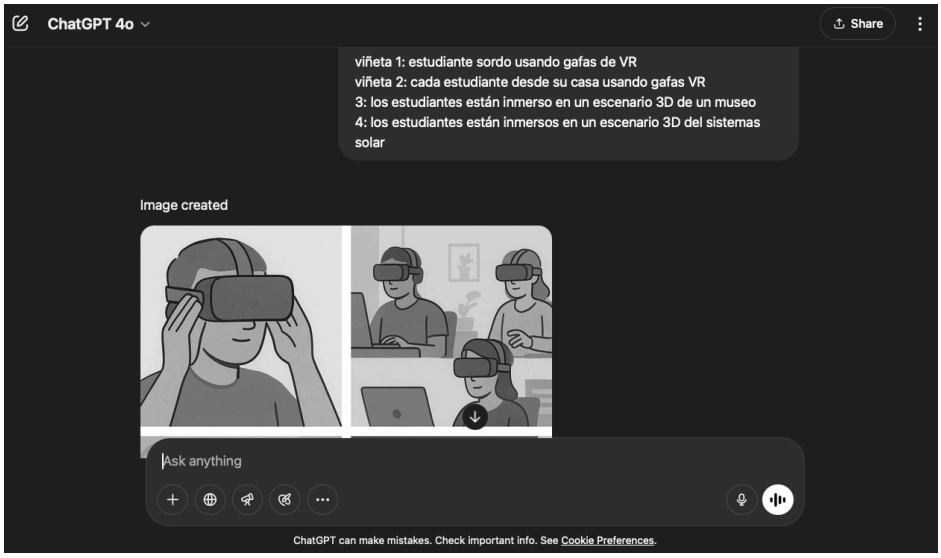
En varias instancias del trabajo se incorporaron herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG) con el propósito de crear imágenes. Este recurso fue particularmente útil para la elaboración de los *storyboards*, ya que permitió generar escenas visuales de forma ágil y coherente, en comparación con otras alternativas más laboriosas como la ilustración manual.

El uso de IAG se realizó con un criterio reflexivo y documentado. En el Apéndice B se detallan los prompts empleados, así como los resultados obtenidos y su consecuente análisis, en concordancia con los lineamientos propuestos por Cassany (2024), quien plantea la importancia de transparentar el uso académico de estas tecnologías. Así, se adoptó una lógica de autoría compartida, en la que la IA cumplió un rol operativo bajo supervisión humana.

La inclusión de esta herramienta funcionó como facilitador técnico, pero no reemplazó el juicio de diseño. En la Figura 15 se muestra un ejemplo del uso de un sistema generativo tipo GPT orientado a la creación de imágenes, aplicado en la fase de prototipado.

Figura 15

Uso de un chat tipo GPT de creación de imágenes para la etapa de prototipado.



Fuente: Producción propia.

Figma

Figma es una herramienta de diseño de interfaces que funciona completamente en la nube. Su incorporación fue determinante durante la fase de prototipado, ya que posibilitó la construcción de un entorno navegable sin requerir conocimientos de programación. Mediante sus funciones de interactividad se generaron enlaces entre pantallas, transiciones simuladas, botones y desplazamientos, lo que permitió representar el funcionamiento de una aplicación educativa de manera intuitiva. La herramienta ofrece una suscripción académica con acceso a plantillas libres.

El prototipo consistió en vistas estáticas vinculadas entre sí, que replicaban recorridos reales dentro del entorno. Aunque no se trató de un sistema operativo funcional, su grado de

fidelidad permitió testear aspectos fundamentales como la navegación, la estructura de menús, la organización del contenido y la adecuación visual del avatar señante.

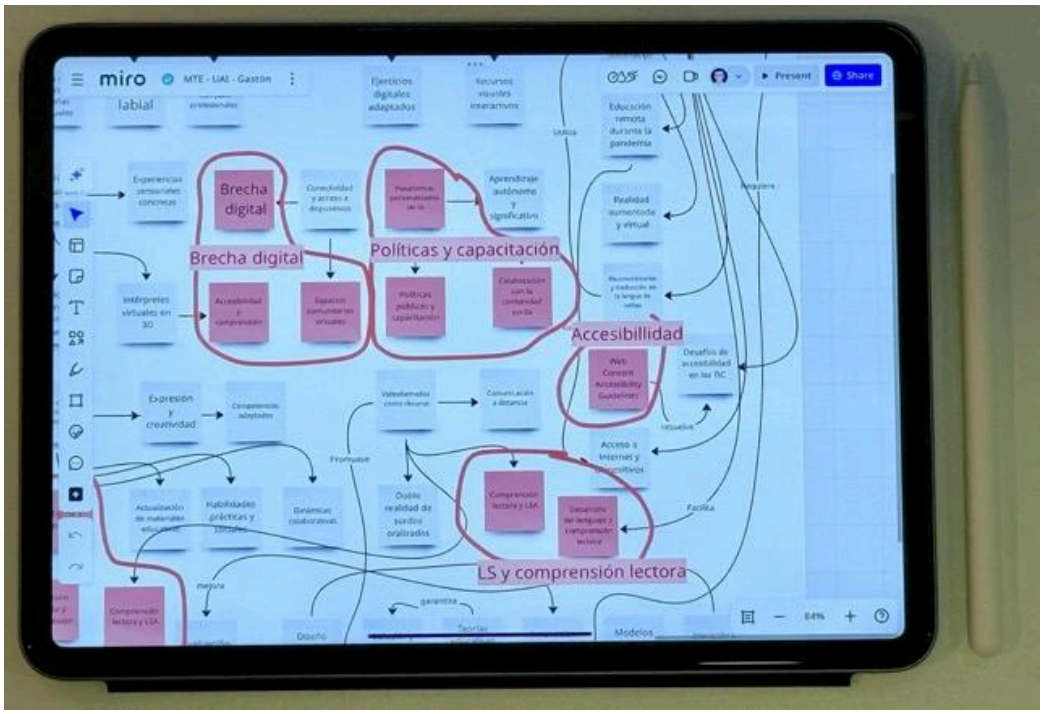
Durante la etapa de pruebas, se compartió el prototipo con evaluadores a través de enlaces interactivos, lo que facilitó la retroalimentación a distancia. La lógica de componentes reutilizables y capas visuales ofreció consistencia estética, redujo el margen de error y permitió iterar sin perder coherencia entre las distintas secciones.

Tableta Gráfica y Lápiz Óptico

Finalmente, se empleó una tableta gráfica en conjunto con un lápiz óptico, lo que permitió una interacción directa sobre el espacio de trabajo digital .

Figura 16

Uso de iPad y Apple Pencil para creación y edición de tableros digitales.



Fuente: Producción propia.

Este dispositivo se situó en un punto intermedio entre la escritura manual y el diseño digital, aportando precisión sin sacrificar fluidez. Su uso fue especialmente provechoso en la creación de elementos visuales, ajustes de diseño y edición de diagramas generados en otras plataformas.

La posibilidad de alternar entre soporte físico y digital ofreció un repertorio expresivo ampliado, útil tanto para la exploración de ideas como para la producción. En la Figura 16 se observa el uso de iPad y Apple Pencil como soporte para la edición directa de tableros digitales.

Desarrollo

Fase 1: Entendimiento y Empatía

La fase de empatía constituye el punto de partida y a la vez crítico del pensamiento de diseño, y requirió una inmersión atenta en la realidad del contexto educativo. En esta etapa se recopilaron datos cualitativos y se exploraron los marcos que configuran el problema, con el propósito de construir una visión más empática y situada de las necesidades reales de las personas implicadas. Entender en esta etapa supone identificar patrones, tensiones y oportunidades que orienten decisiones futuras, con base en una mirada empática y situada sobre las necesidades reales de las personas implicadas (Cavalcanti, 2024).

Entrevistas

Para comprender en profundidad la problemática y en contacto con organizaciones nacionales que agrupan a personas con discapacidad auditiva, se realizaron entrevistas semiestructuradas con representantes y profesionales de la comunidad sorda y el ámbito educativo. La dinámica combinó una breve introducción con un formato conversacional que favoreció un clima abierto y seguro, propicio para expresar tanto valoraciones positivas como posturas reflexivas. Estas conversaciones aportaron elementos clave para identificar desafíos persistentes y reconocer oportunidades tecnológicas con potencial transformador que se enriquecieron en las posteriores etapas metodológicas. A continuación, se presentan los aportes más significativos de cada entrevistado.

Por razones de privacidad y a pedido de todos los interlocutores, se han omitido los apellidos, manteniéndose solo los nombres de pila como referencia. Todas las entrevistas fueron realizadas por videollamada durante el año 2024.

Perspectiva de un Especialista en Inclusión Educativa y Tecnología Aplicada. Con el objetivo de explorar perspectivas estratégicas sobre el uso pedagógico de tecnologías digitales e identificar las condiciones necesarias para su implementación, se entrevistó a Esteban, referente en inclusión educativa y tecnologías aplicadas. Su rol como asesor institucional y su experiencia previa en organizaciones como la Asociación Argentina de Sordos (ASO) y la Asociación de Sordomudos de Ayuda Mutua (ASAM) le otorgan un conocimiento profundo del panorama actual.

Uno de los ejes centrales de su intervención fue el aprovechamiento de tecnologías inmersivas para materias con contenidos equivalentes a los de instituciones para oyentes. Destacó la importancia de incorporar herramientas visuales, como realidad virtual y aumentada, que permitan representar conceptos abstractos mediante experiencias sensoriales. La RV, explicó, puede emplearse para generar recorridos históricos o visualizar sistemas biológicos, favoreciendo la comprensión y la motivación del alumnado, particularmente de quienes procesan el mundo de forma predominantemente visual.

Por su parte, la RA permite enriquecer los materiales convencionales mediante modelos tridimensionales y gráficos interactivos. Según Esteban, su implementación resulta especialmente eficaz en áreas como física o matemática, donde la manipulación de objetos facilita el acceso conceptual. Al integrarse en dispositivos móviles, estas tecnologías podrían utilizarse tanto en el aula como en prácticas autónomas. El entrevistado mencionó la existencia de adaptadores económicos que transforman teléfonos inteligentes en gafas de RV.

Otro punto clave fue la incorporación de intérpretes digitales desarrollados mediante inteligencia artificial. Estos avatares, explicó, podrían actuar como mediadores entre el texto escrito y la lengua de señas, adaptando la traducción al ritmo del usuario y mejorando su

comprensión sin esfuerzo de interpretación humana. Con el entrenamiento adecuado a través de algoritmos de *machine learning*, incluso podrían ajustarse a las particularidades dialectales de cada grupo.

El especialista también valoró el potencial de las plataformas educativas basadas en IA para ofrecer trayectorias de aprendizaje personalizadas. Mediante el análisis de datos, sería posible identificar dificultades puntuales, ajustar niveles de dificultad y acompañar el progreso con recomendaciones específicas. Esta información fortalecería el trabajo docente y permitiría responder a la variedad de perfiles de estudiantes.

Además, hizo hincapié en la necesidad de desarrollar estos recursos junto con personas sordas, evitando decisiones unilaterales que desconozcan sus experiencias. Muchos entornos actuales, subrayó, no contemplan las particularidades de este colectivo, como las dificultades con textos extensos o las explicaciones estrictamente verbales. La participación de personas sordas en la creación y revisión de materiales es una de las primeras recomendaciones que brinda cuando tiene que asesorar instituciones.

Finalmente, remarcó la urgencia de implementar políticas públicas que incentiven el uso pedagógico de las TIC y capaciten a los docentes. Pese a la existencia de tecnologías prometedoras, su aplicación concreta se ve limitada por la falta de formación y por restricciones presupuestarias en instituciones de educación especial.

Aportes de una Lingüista, Intérprete y Capacitadora en Lengua de Señas. Romina, lingüista egresada de la Universidad de Buenos Aires, dirige una organización dedicada a la enseñanza y difusión de la LSA que da trabajo a sordos y oyentes. Concedió una llamada para poder indagar en las necesidades específicas de la lengua de señas como medio de enseñanza. Con más de veinte años de trayectoria como intérprete y capacitadora, compartió su experiencia

en la docencia virtual, en su vida entre el mundo oyente y sordo, y en el trabajo interdisciplinario en distintos contextos profesionales.

Durante la entrevista destacó que no existen actualmente herramientas digitales educativas adaptadas a las especificidades de una lengua señada. Según su visión, este tipo de tecnologías podría aplicarse tanto al aprendizaje de la lengua como a la enseñanza mediante ella, y resultaría útil también en contextos como la psicopedagogía, la fonoaudiología, la terapia ocupacional o el trabajo con personas con afasia o autismo, donde las señas manuales o los pictogramas suelen ser habituales. En su recorrido como formadora, ha capacitado a numerosos profesionales de diversos ámbitos, como enfermería o emergencias médicas, lo que evidencia una necesidad de incorporar la LSA en espacios formales más allá del ámbito escolar. Además subrayó la importancia de desarrollar materiales que contemplen las diferencias generacionales en las señas utilizadas y se adapten a las realidades de los distintos contextos de uso.

Un punto destacado de la conversación fue el vínculo entre educación oralista y construcción de identidad. Mencionó casos de estudiantes que, luego de años de escolarización basada en la oralidad, se acercan a la lengua de señas en la adultez para reconstruir vínculos comunitarios. Citó como ejemplo el testimonio de Mariana Reuter (Burad, 2019), quien fue sometida a procesos de fonoaudiología desde pequeña y descubrió la LSA como un camino para resignificar su identidad.

Romina explicó que, en estos casos, la comunicación debe realizarse con estructuras básicas y vocabulario cotidiano, en entornos ricos en estímulos visuales y tiempos adaptados a los modos de procesamiento de la comunidad sorda. También remarcó la relevancia de incluir espacios donde los estudiantes puedan interactuar con personas señantes externas a la institución, lo que favorece una adquisición más natural de la lengua.

Durante el intercambio, relató una experiencia concreta en la que utilizó un juego adaptado desde la dinámica del HeadsUp! con una tablet. Aunque no conocía previamente el concepto de gamificación, reconoció en esta propuesta una herramienta valiosa. Consideró que incluir desafíos, recompensas y dinámicas lúdicas contribuiría a sostener la motivación del estudiantado.

Sugirió, además, digitalizar los recursos didácticos de carácter visual que los docentes suelen tener en clases con alumnos sordos, por ejemplo, imágenes con situaciones reales. La versión digital podría ofrecer imágenes animadas, sugerencias de vocabulario, enlaces a fuentes teóricas y la posibilidad de grabar respuestas en video. Esta función permitiría registrar y compartir el progreso sin necesidad de una corrección inmediata por parte del docente. Se le consultó si usaba IA para la generación de imágenes y admitió no haberlo probado aún.

Perspectiva de un Joven con Implante Coclear. Fabián, de 27 años, compartió su experiencia de vida como persona sorda de nacimiento que recibió un implante coclear en la infancia. La entrevista, llevada a cabo para comprender desde una experiencia vivencial los desafíos que enfrentan las personas sordas en el ámbito escolar, se desarrolló completamente en LSA, con asistencias de Romina oficiando de intérprete y permitió profundizar en aspectos clave vinculados a la educación, la lengua y la tecnología desde una perspectiva vivencial.

La decisión de implantarse fue tomada por recomendación médica en un contexto familiar sin contacto previo con la sordera. Aunque el implante le permitió percibir algunos sonidos intensos, el proceso de adquirir el habla fue complejo. Tuvo que aprender a articular palabras mediante la percepción vibratoria de su propia voz con acompañamiento fonoaudiológico. Este testimonio expone una realidad compartida por muchas personas sordas oralizadas, quienes logran desarrollar habilidades como la lectura labial y la expresión oral, pero

enfrentan obstáculos persistentes al momento de leer o escribir en español, lo que incide directamente en el acceso a materiales educativos convencionales.

Durante la adolescencia, Fabián comenzó a aprender LSA, lo que marcó un punto de inflexión en su vida. Este proceso le permitió comunicarse de forma fluida y abrió la posibilidad de construir un sentido de pertenencia dentro de la comunidad sorda. Su historia subraya la relevancia de que los entornos educativos contemplen la LSA como un medio para la transmisión de contenidos y, al mismo tiempo, como una vía fundamental para el desarrollo de la identidad y la autonomía, considerando que muchos estudiantes atraviesan esta transición en plena etapa escolar.

Respecto al uso de TIC, el entrevistado reconoció sus beneficios, resaltando la importancia de las videollamadas como un recurso transformador. Desde su masificación, estas herramientas permitieron a las personas sordas mantener vínculos y participar en conversaciones a distancia de forma visual, superando la dependencia de la escritura o del habla como únicas vías posibles. Esto revela la importancia de que las plataformas virtuales incluyan herramientas adaptadas a los hábitos tecnológicos reales de sus usuarios.

Fabián hizo énfasis en la situación de las personas sordas oralizadas, que combinan habilidades comunicativas adquiridas en contextos de educación oralista con limitaciones en la comprensión del español escrito. Una paradoja que surge en estos casos es que, si bien estas habilidades facilitan la interacción con oyentes que no conocen la LSA, pero a la vez presenta dificultades para acceder a textos complejos o realizar actividades académicas centradas en la lectoescritura. Su experiencia pone en evidencia la necesidad urgente de diseñar entornos educativos que refuercen la comprensión textual mediante apoyos visuales y opciones de interpretación.

En su relato sobre la escuela de educación especial a la que asistió en la provincia de Buenos Aires, mencionó que el aula de informática se orientaba exclusivamente a ejercicios de oralización que generaban desinterés entre los estudiantes. También recordó la presencia de intérpretes en clases generales, quienes a menudo enfrentaban dificultades para traducir en tiempo real contenidos que no habían sido pensados con el vocabulario de las personas sordas, lo que creaba una barrera adicional.

Su testimonio permite identificar varios ejes fundamentales para el diseño del EVA, como la centralidad de los recursos visuales, la necesidad de promover la identidad cultural y el valor de las estrategias que acompañen el desarrollo de la lectoescritura sin desligarse del uso de la LSA.

Testimonio de una Docente de Arte en Escuela Especial. Para recuperar aportes desde la práctica docente cotidiana, Angélica, artista plástica y profesora de arte en una escuela especial de estudiantes sordos e hipoacúsicos, compartió su experiencia en el trabajo cotidiano con niños que presentan distintos grados de pérdida auditiva. Aprendió LSA tres años atrás, decisión que transformó su vínculo con los estudiantes. Desde entonces, afirma sentirse parte del grupo como una “alumna más”, lo que generó un clima de confianza y cercanía. A pesar de este avance, reconoció que la presencia de un intérprete en el aula sería una ayuda valiosa.

En sus clases, el arte funciona como una vía de expresión y comunicación. La ausencia de un intérprete la obliga a utilizar gestos, apoyarse en la lectura de labios y contar con la colaboración de estudiantes con audición parcial, quienes traducen a sus compañeros. Aunque este método funciona, presenta limitaciones cuando se deben explicar ideas abstractas o dar consignas complejas. Según su experiencia, un entorno digital podría ampliar los recursos

disponibles, que incorporen recursos dinámicos compatibles con el modo visual en que se comunican los estudiantes.

Angélica subrayó la necesidad de actualizar los materiales educativos en LS, contemplando las variaciones generacionales en las señas utilizadas. También expresó su preocupación por el estigma que muchas veces rodea a la sordera, que afecta tanto a los estudiantes como a sus familias. Este imaginario condiciona las expectativas respecto a sus posibilidades profesionales y personales. Considera que un entorno virtual diseñado con herramientas interactivas y actividades vinculadas al mundo laboral podría mejorar la autoestima de los jóvenes y prepararlos para enfrentar los desafíos del futuro con mayor confianza.

La docente afirma no haber usado tecnologías digitales en sus clases más que para tomar fotografías o compartir material por correo electrónico. Si bien admite que el arte va "mutando" y existen nuevas formas de crear, cree que todavía está "atada a las técnicas de la vieja escuela", refiriéndose a técnicas artísticas manuales que no aprovechan el potencial de las TIC.

La entrevista con Angélica resalta el valor del arte como lenguaje pedagógico y plantea con claridad las oportunidades que ofrece la tecnología para enriquecer las propuestas educativas. Al mismo tiempo, da cuenta de que la mediación con tecnología no es siempre evidente en aulas tradicionales. La posibilidad de personalizar el ritmo, el formato y el tipo de contenidos permitiría adecuarse a las necesidades particulares de cada estudiante, reconociendo su identidad lingüística y cultural. La intervención tecnoeducativa de un EVA abrirá la puerta a nuevas formas de enseñar.

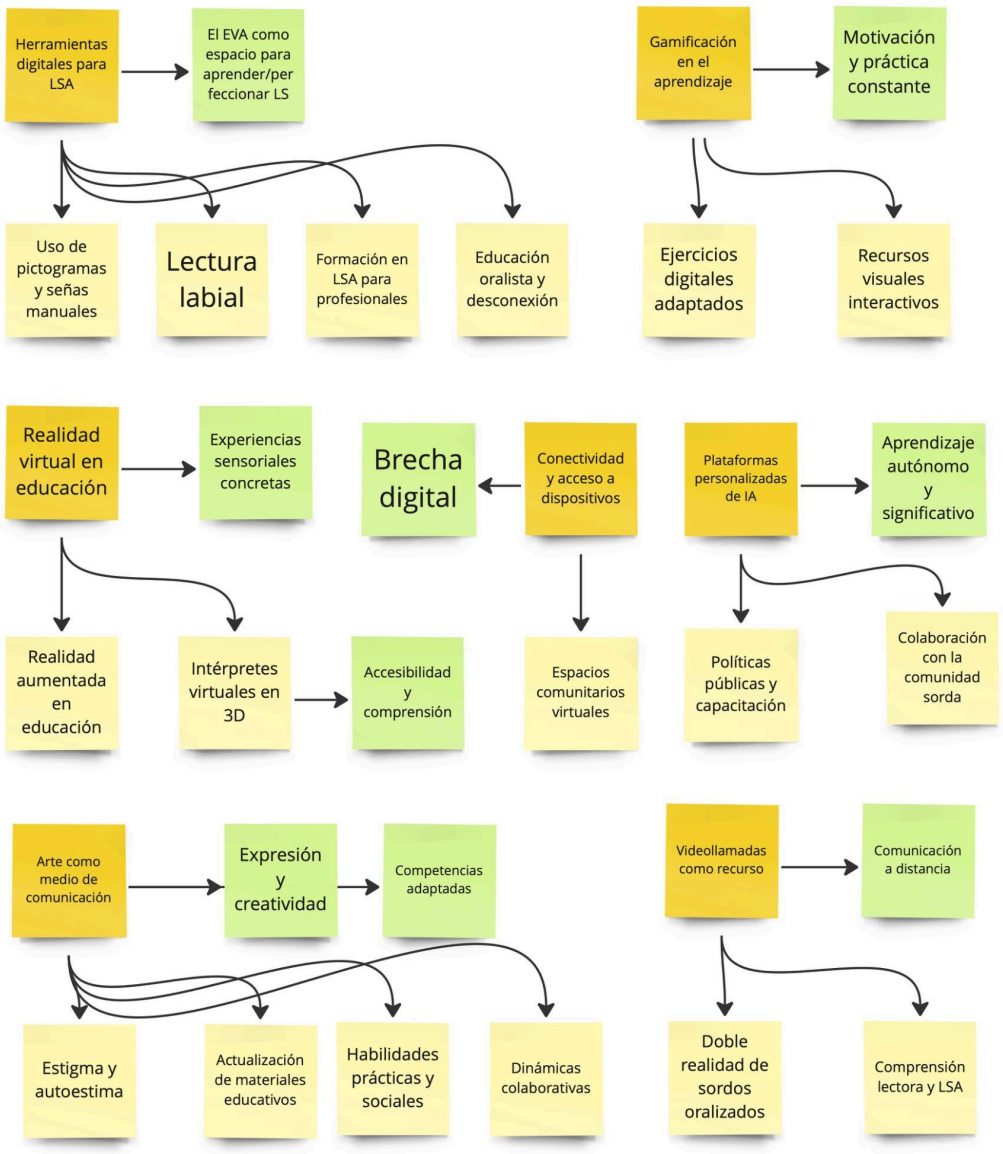
Mural de Entendimiento y Empatía

Para avanzar en el diseño hubo que comprender a los usuarios y conectar con sus experiencias. Kalbach (2016) define la empatía como la capacidad de reconocer y valorar las

emociones y perspectivas ajenas, incluso cuando estas difieren de las propias. Este enfoque permite ubicar a los usuarios en el centro y pensar soluciones que respondan de forma más ajustada a sus necesidades. Según el autor, identificar qué los motiva y cuáles son los obstáculos que enfrentan resulta clave para crear herramientas pertinentes y funcionales.

Figura 17

Primera versión del mural de entendimiento a partir de las entrevistas.



Fuente: Producción propia.

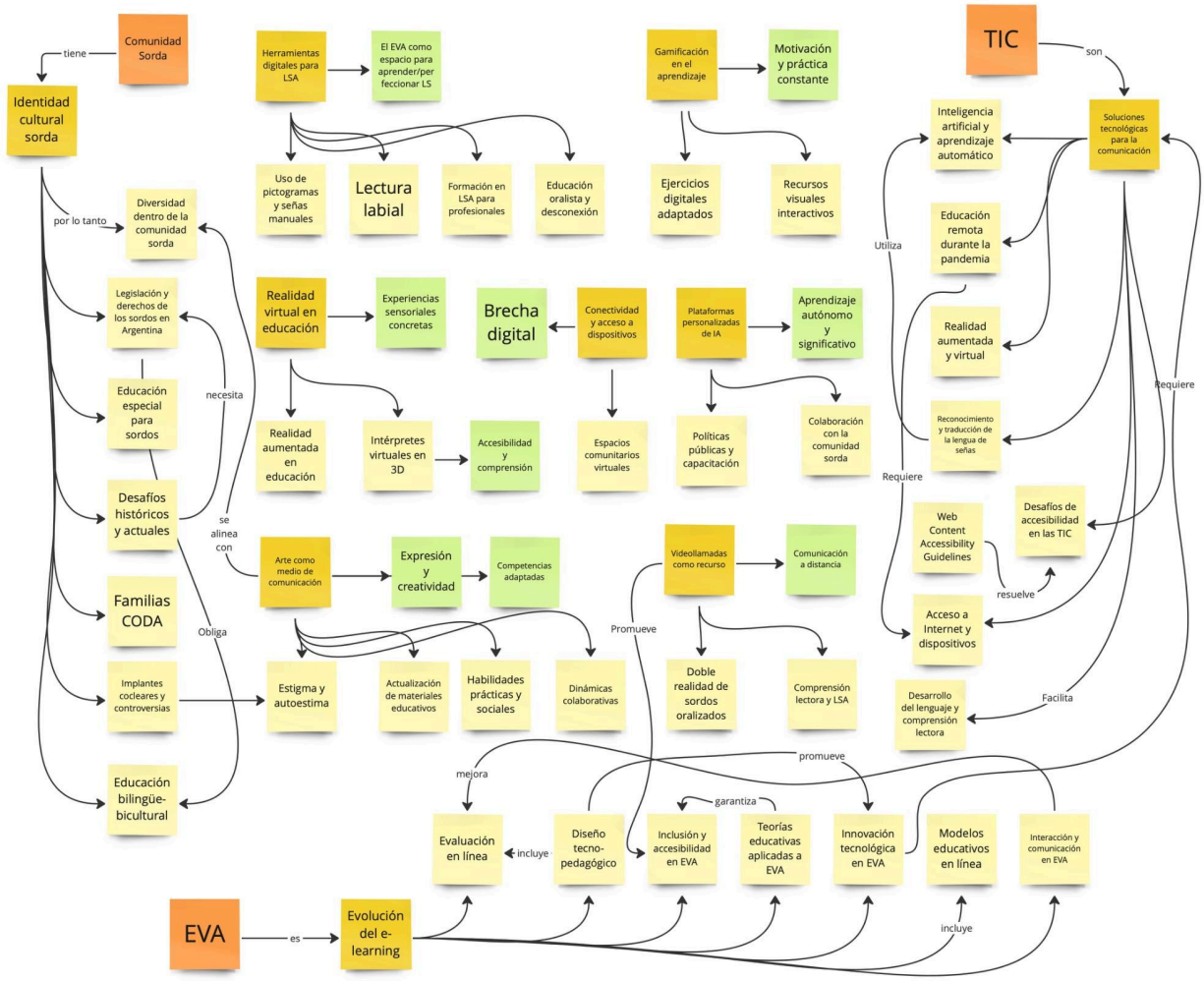
A partir de las entrevistas realizadas, se elaboró una primera versión del mural digital de entendimiento (Figura 17). El procedimiento consistió en volcar, sobre notas digitales amarillas, las ideas surgidas durante las conversaciones. Luego se trazaron flechas para representar relaciones, jerarquías y agrupaciones conceptuales a partir del estudio teórico y de antecedentes. Finalmente, se utilizaron notas verdes para expresar los objetivos derivados de esas ideas, así como conceptos clave e iniciativas relevantes.

Este recurso visual permite condensar los hallazgos de la etapa de empatía y visibilizar conexiones significativas sin introducir valoraciones personales, tal como señalan Lewrick, Link et al. (2020).

El siguiente paso en el mural de entendimiento y empatía (Figura 18) fue su expansión a partir de tres nodos centrales: comunidad sorda, tecnología de información y comunicación, y entornos virtuales de aprendizaje. A partir del análisis de los datos cuantitativos y cualitativos recopilados y descritos en secciones anteriores, se incorporaron al mural subnodos con nuevos conceptos y relaciones, organizadas bajo una lógica similar a la de los mapas mentales (Hopper, 2006). Esta nueva estructura permitió ampliar la comprensión de la problemática e integrar los aportes conceptuales con las experiencias narradas por los entrevistados. En esta instancia del proceso, se evidencia la primera fase de divergencia, caracterizada por la proliferación de ideas, conexiones y perspectivas múltiples, tal como señalan y recomiendan Lu y Hsiao (2019) en búsqueda de la mayor cantidad de elementos, incluso aquellos en estado incipiente o poco definido.

Figura 18

Segunda versión del mural de entendimiento incluyendo el marco teórico



Fuente: Producción propia.

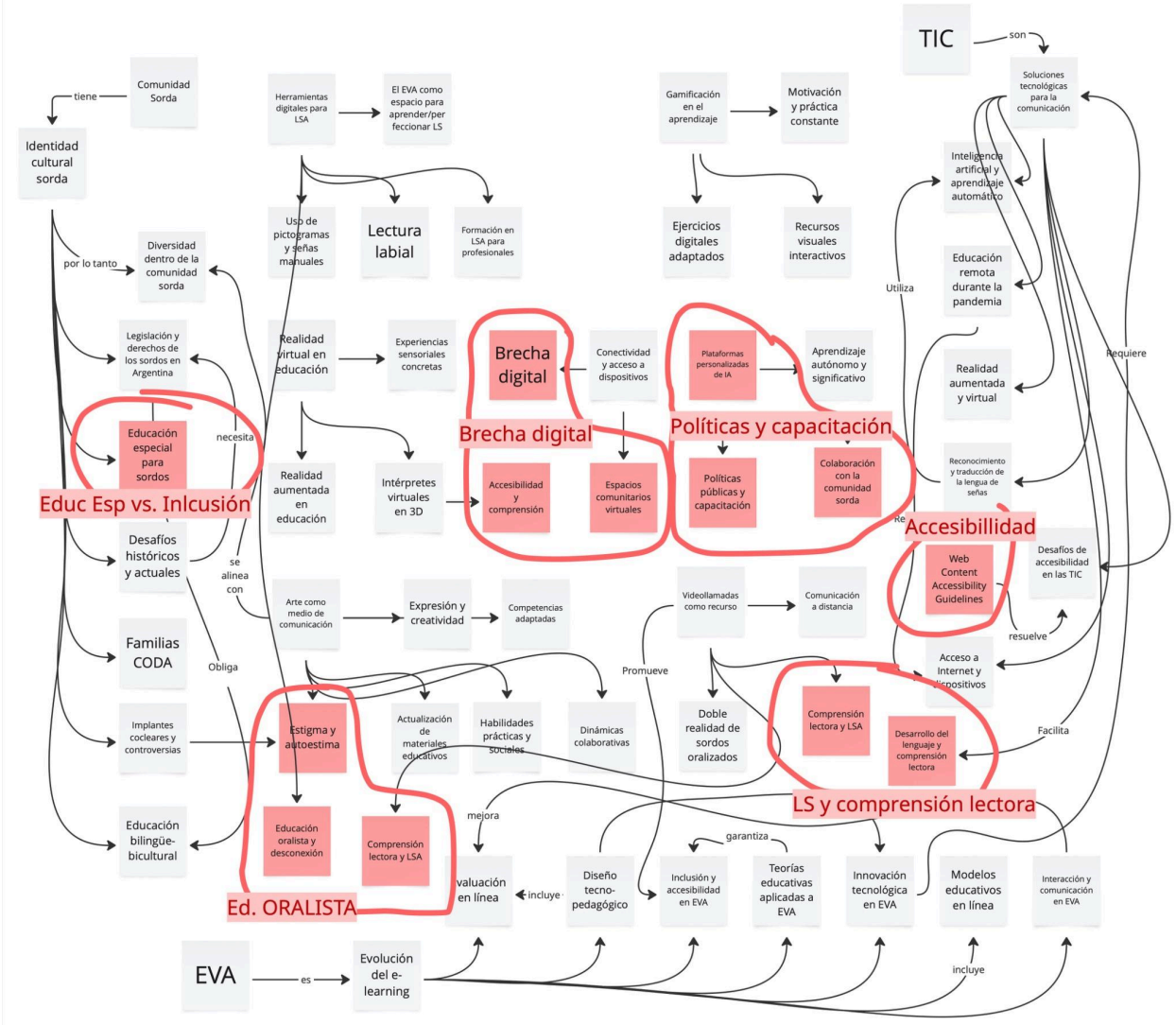
Detección de Puntos de Dolor y Oportunidades

A partir del mural de entendimiento, se identificaron una serie de núcleos críticos. Estos puntos de dolor permitieron reconocer situaciones problemáticas concretas, así como detectar oportunidades de mejora orientadas a transformarlas. Los hallazgos obtenidos en esta etapa nutrieron a la siguiente fase del proceso, la ideación.

En la Figura 19 se visualiza cómo fueron señalados y conectados los distintos puntos de dolor mediante agrupamiento y categorización. La Tabla 6 ofrece una descripción de cada grupo con sus respectivas tensiones y oportunidades.

Figura 19

Detección de puntos de dolor sobre el mural de entendimiento.



Fuente: Producción propia.

Tabla 6

Puntos de dolor y oportunidades.

Punto de dolor	Ideas relacionadas	Tensión	Oportunidad
Brecha digital	"Conectividad y acceso a dispositivos", "Accesibilidad y comprensión" y "Espacios comunitarios virtuales"	La brecha digital es un problema estructural	EVA que se adapta a distintas condiciones de acceso / limitaciones de conexión
Doble realidad de sordos oralizados	"Estigma y autoestima", "Comprensión lectora y LSA", "Educación oralista"	Identidad. Experiencia del aprendizaje	LS como L1 en el EVA
Políticas públicas y capacitación	"Colaboración con la comunidad sorda", "Plataformas personalizadas por IA"	Falta de formación docente y de inclusión en el diseño de plataformas	Diseñar centrado en las personas. Conocimiento situado.
LS y comprensión lectora	"Desarrollo del lenguaje y comprensión lectora" y "Comprensión lectora y LSA"	No resuelta en muchas propuestas con TIC	Lectura no debe ser medio principal → LS
Accesibilidad en las TIC	"Web Content Accessibility Guidelines"	No siempre se tienen en cuenta los lineamientos	Accesibilidad desde lo técnico + accesibilidad cultural / comunicacional
Educación especial vs. inclusión	"Educación especial"	Educación "especial" = métodos "especiales"	Romper paradigma separatista

Fuente: Producción propia

Fase 2: Definición

Modelado de Perfiles de Usuario

Los modelos *user persona*, según lo propuesto por Cooper (1999), son herramientas clave para el diseño de soluciones que respondan a necesidades reales de grupos específicos. Aunque ficticios, estos perfiles se construyen a partir de información empírica y permiten comprender de manera profunda las características, metas, comportamientos y obstáculos de los actores implicados en un sistema. En un proyecto como el que se aborda, facilitaron un enfoque empático y detallado sobre las experiencias de los usuarios. Además, promovieron decisiones de diseño que respondieron de manera precisa a los desafíos identificados.

A estos planteos de Cooper se suma el enfoque actualizado de Kalbach (2016), quien subraya la versatilidad de estas representaciones y su capacidad de integrarse con otras técnicas de diseño. Uno de los vínculos más relevantes es el que se establece con los *user journeys*, que permiten observar cómo un arquetipo interactúa con un sistema a lo largo del tiempo, revelando tensiones y oportunidades. Para que los *user personas* resulten efectivos, Kalbach remarca la necesidad de sustentarlos tanto en datos cualitativos como cuantitativos, evitando basarlos exclusivamente en experiencias aisladas. Las etapas previas son, en este sentido, elementos fundamentales.

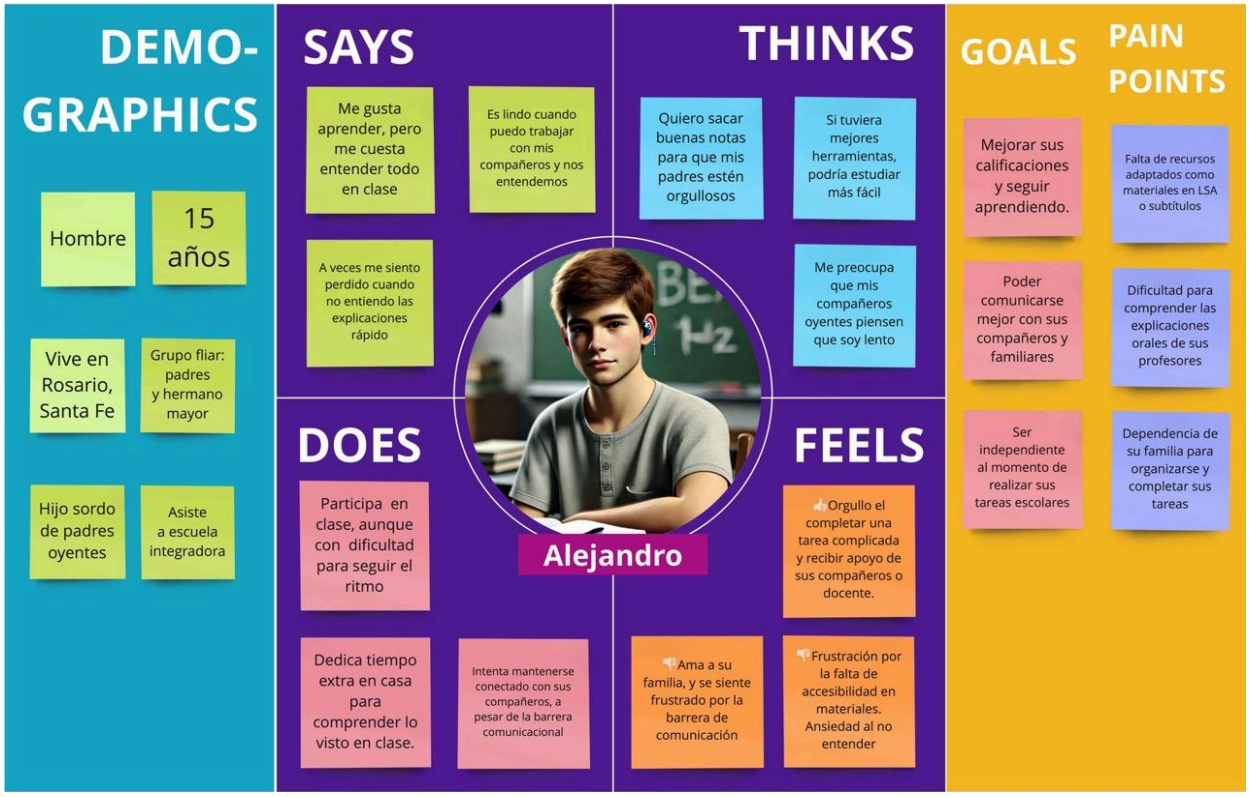
Los perfiles fueron diseñados en Miro, a partir de una plantilla creada por la diseñadora Regine (s.f.).

***User persona* de un alumno.** Figura 20. Matías tiene 15 años, vive en Rosario y asiste a una escuela que cuenta con un aula específica para estudiantes sordos. Comparte su hogar con sus padres y un hermano mayor, quienes, si bien lo apoyan, no dominan con soltura la LSA. En

su trayectoria escolar se enfrentó a múltiples barreras de comunicación, tanto en el ámbito educativo como en su entorno familiar. Experimenta orgullo ante sus logros académicos y disfruta los vínculos positivos con sus pares, aunque suele frustrarse ante la falta de materiales adaptados o estrategias pedagógicas acordes a sus necesidades. Entre sus objetivos se encuentran mejorar el rendimiento, comunicarse con mayor eficacia y ganar autonomía en sus tareas escolares. La ausencia de recursos adecuados y cierta dependencia familiar limitan sus posibilidades de avanzar, lo que pone de relieve la necesidad de entornos educativos más inclusivos.

Figura 20

User persona de un alumno sordo.



Nota. Imagen central de elaboración propia con asistencia de IA. Fuente: Producción propia.

***User persona* de un docente.** Figura 21. Laura, de 36 años, es profesora de estudiantes sordos e hipoacúsicos dentro de una escuela en Córdoba. Como madre soltera, enfrenta el reto de compatibilizar sus obligaciones laborales y familiares. Dedica parte de su tiempo libre a adaptar materiales y a perfeccionar su dominio de la LSA, aunque reconoce que la falta de tecnología específica obstaculiza sus esfuerzos. Si bien encuentra satisfacción en el progreso de sus alumnos, también manifiesta agotamiento ante la sobrecarga de trabajo que implica desenvolverse en un entorno con escasos recursos. Sus metas incluyen mejorar la inclusión en el aula, seguir aprendiendo LSA y equilibrar su vida personal con la profesional.

Figura 21

User persona de un docente de alumnos sordos e hipoacúsicos.



Nota. Imagen central de elaboración propia con asistencia de IA. Fuente: Producción propia.

Ambos perfiles representan dos caras de una gran cantidad de situaciones frecuentes atravesadas en instituciones que no disponen de herramientas diseñadas para ellos. Esta técnica permitió delimitar puntos críticos y orientar las decisiones durante el proceso completo.

Trazado de User Journeys

Kalbach (2016) define los *user journeys* como herramientas visuales que describen el recorrido de un usuario a lo largo de su interacción con un sistema. Estos mapas detallan tanto las acciones realizadas como los pensamientos y emociones implicados en cada punto de contacto. Gracias a esta estructura, es posible observar en dirección vertical y horizontal la experiencia a lo largo del tiempo desde la perspectiva del usuario, detectar fricciones y encontrar oportunidades de mejora.

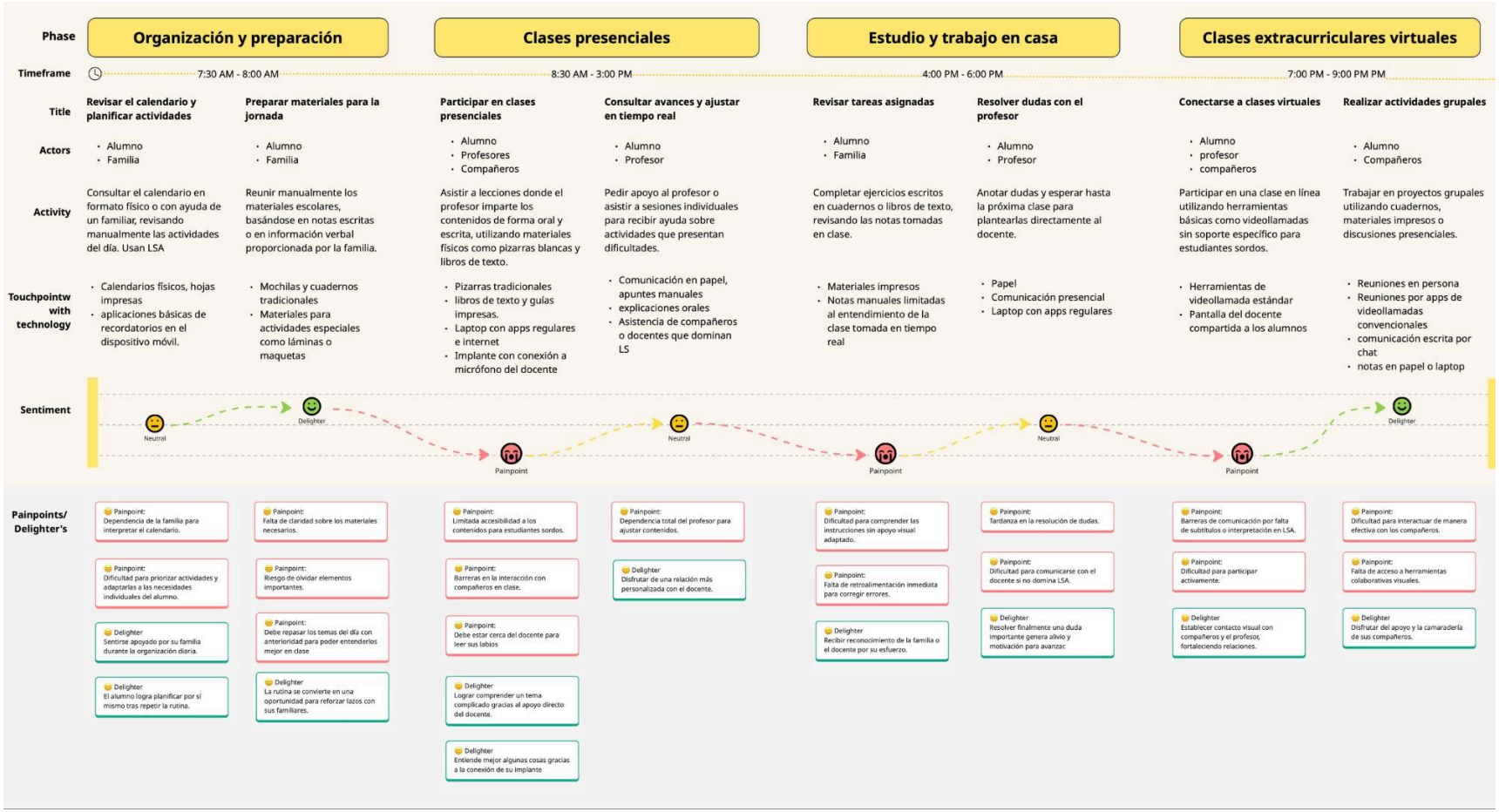
Un aspecto destacado por Kalbach es la capacidad de estas herramientas para incorporar elementos contextuales y emocionales, ampliando así el análisis más allá del comportamiento observable. Su valor reside en promover una comprensión más profunda de la experiencia y en facilitar la alineación entre los distintos actores involucrados en el diseño. Al adoptar esta perspectiva centrada en el usuario, los equipos pueden desarrollar soluciones más coherentes y sensibles a las necesidades reales.

Los *user journeys* fueron elaborados a partir de una plantilla de Ruth Kelly (s.f.).

Se desarrollaron dos recorridos basados en los *user persona*: uno centrado en la experiencia de un alumno sordo (Figura 22) y otro en la de una docente de alumnos con discapacidad auditiva (Figura 23). Durante la definición no se plantearon soluciones tecnológicas.

Figura 22

User Journey de un alumno sordo.

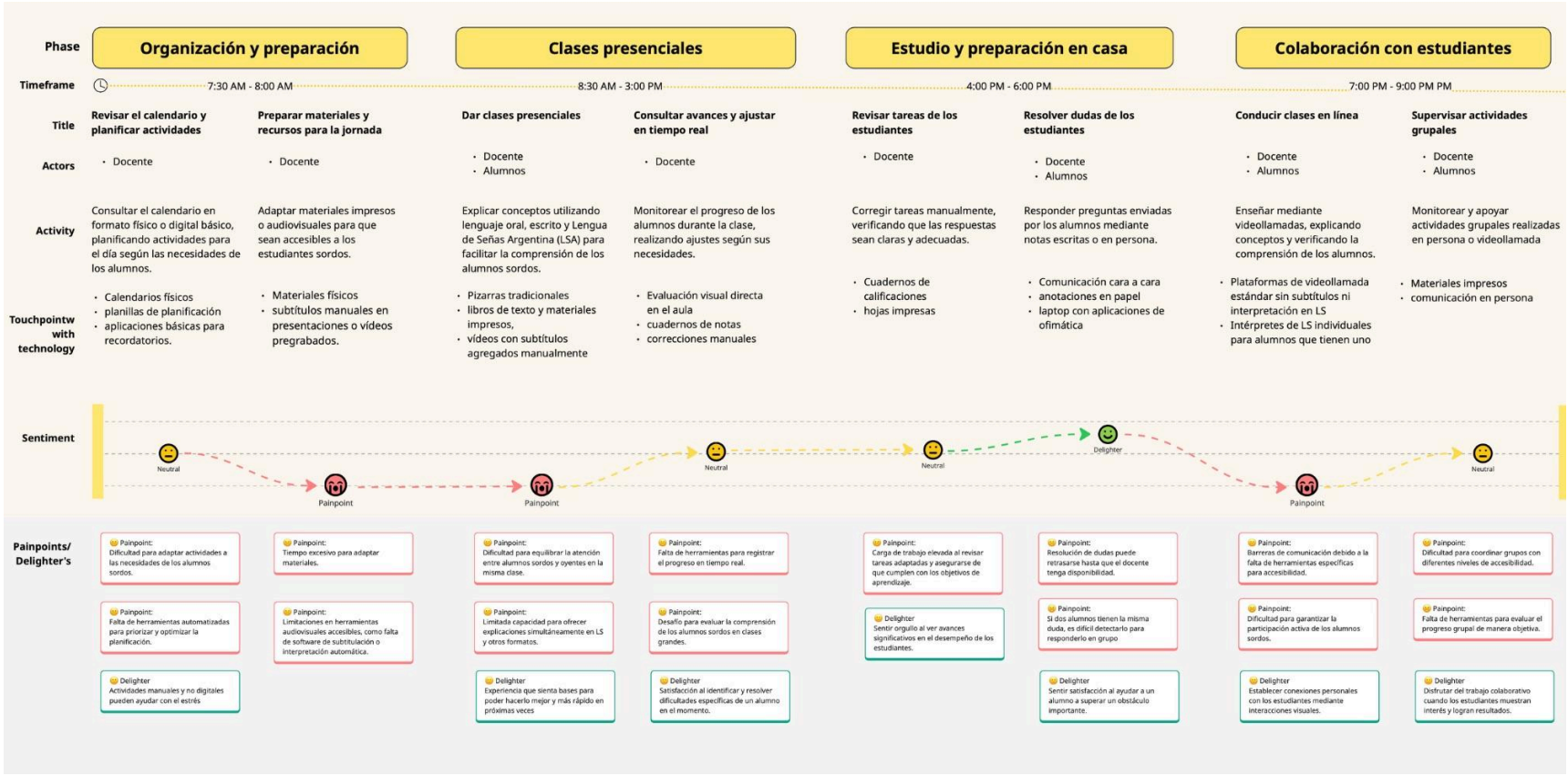


Nota. Enlace al tablero aquí.

Fuente: Producción propia.

Figura 23

User Journey de un docente de alumnos con discapacidad auditiva.



Nota. Enlace al tablero aquí.

Fuente: Producción propia.

Planteamiento de la Solución

Para cerrar la fase de definición, concebida como momento de convergencia, se establecieron los primeros lineamientos que orientarían la etapa de ideación y posterior prototipado. Estos principios emergen de los hallazgos previos, tanto de la investigación cualitativa desarrollada durante la etapa de entendimiento como de la modelización de perfiles e interacciones realizada en esta fase:

1. La lengua de señas debe ser el eje central del entorno.
2. El diseño debe concebirse desde una lógica visual-señante, que además de traducciones, proponga una experiencia educativa en LS como lengua principal, incluyendo sus funciones metalingüísticas, expresivas y organizativas.
3. La interfaz debe ser clara, adaptable y sensible a las prácticas culturales de la comunidad.
4. La navegación debe permitir ajustes rápidos e intuitivos entre modos de comunicación (LSA, subtítulos, texto, audio), sin obstáculos técnicos.
5. El entorno debe fomentar experiencias inmersivas, lúdicas y multisensoriales, adecuadas a la percepción temporo-espacial de los usuarios sordos.
6. Las actividades en LS deben formar parte del uso cotidiano, permitiendo la práctica contextualizada, la grabación, la comparación visual y la retroalimentación progresiva.
7. Las trayectorias individuales de los usuarios deben ser contempladas con flexibilidad, sin imponer perfiles únicos.
8. Deben ofrecerse espacios de intercambio que favorezcan la interacción, el trabajo colaborativo y la construcción de comunidad.

9. La familia debe estar incluida como parte y aliada del proceso educativo, con materiales accesibles y canales de comunicación directa.
10. La personalización del contenido, potenciada por inteligencia artificial, debe estar acompañada de transparencia, control y reflexión metacognitiva.
11. La evaluación debe priorizar procesos, participación sostenida y competencias aplicadas, por sobre la repetición de contenidos.
12. El entorno debe reforzar la autoestima del alumnado sordo, visibilizando modelos positivos y habilitando escenarios significativos para el desarrollo profesional.
13. La comunidad sorda debe participar activamente del diseño desde las primeras etapas, garantizando legitimidad cultural y pertinencia pedagógica.
14. Las TIC deben potenciar la autonomía, el pensamiento crítico y la autorregulación mediante herramientas de planificación, monitoreo y retroalimentación.
15. El EVA debe funcionar como un sistema integrado, con módulos interconectados y soporte de IA orientado pedagógicamente.
16. Debe garantizarse la posibilidad de actualización continua tanto del sistema, como de la documentación de ayuda y el contenido.
17. La recolección de datos debe respetar criterios de anonimato, estar dentro de los marcos institucionales y legales, y orientarse al análisis para la mejora pedagógica y del sistema, no al control.

Fase 3: Ideación

Según Kalbach (2016), el proceso de ideación debe partir de un enfoque de pensamiento divergente, orientado a generar una amplia gama de ideas sin restricciones ni evaluaciones prematuras. Esta apertura inicial tiene como propósito estimular la creatividad y facilitar la exploración de múltiples posibilidades antes de pasar a una etapa de convergencia, en la que las ideas se analizan y priorizan. El autor propone una serie de criterios que guían esta etapa:

- **Generar volumen de ideas** priorizar la cantidad como forma de ampliar el espectro de posibilidades.
- **Suspender juicios**: favorecer un entorno seguro en el que cualquier idea pueda ser expresada sin temor a ser descartada.
- **Ampliar propuestas existentes**: utilizar técnicas como "Sí, y..." para extender el alcance de ideas iniciales.
- **Explorar variaciones**: derivar nuevas alternativas a partir de ideas ya planteadas.
- **Visualizar el pensamiento**: recurrir a herramientas gráficas que permitan mapear las ideas y detectar relaciones no evidentes.

Este marco busca resguardar las ideas en sus fases más tempranas, permitiendo que se desarrollen en un entorno colaborativo. A medida que maduran, se las someterá a una evaluación más rigurosa en la fase siguiente.

En la misma línea, Tim Brown (2008) concibe la ideación como una instancia de exploración expansiva, donde la generación de ideas ocurre sin restricciones previas ni esquemas predefinidos. Desde su perspectiva, el pensamiento divergente persigue tanto el volumen como la profundidad y la riqueza conceptual, objetivos que se alcanzan mediante la experimentación

continua. Brown destaca que este proceso es iterativo y no lineal, lo que permite que las ideas evolucionen a partir de cada nuevo aporte.

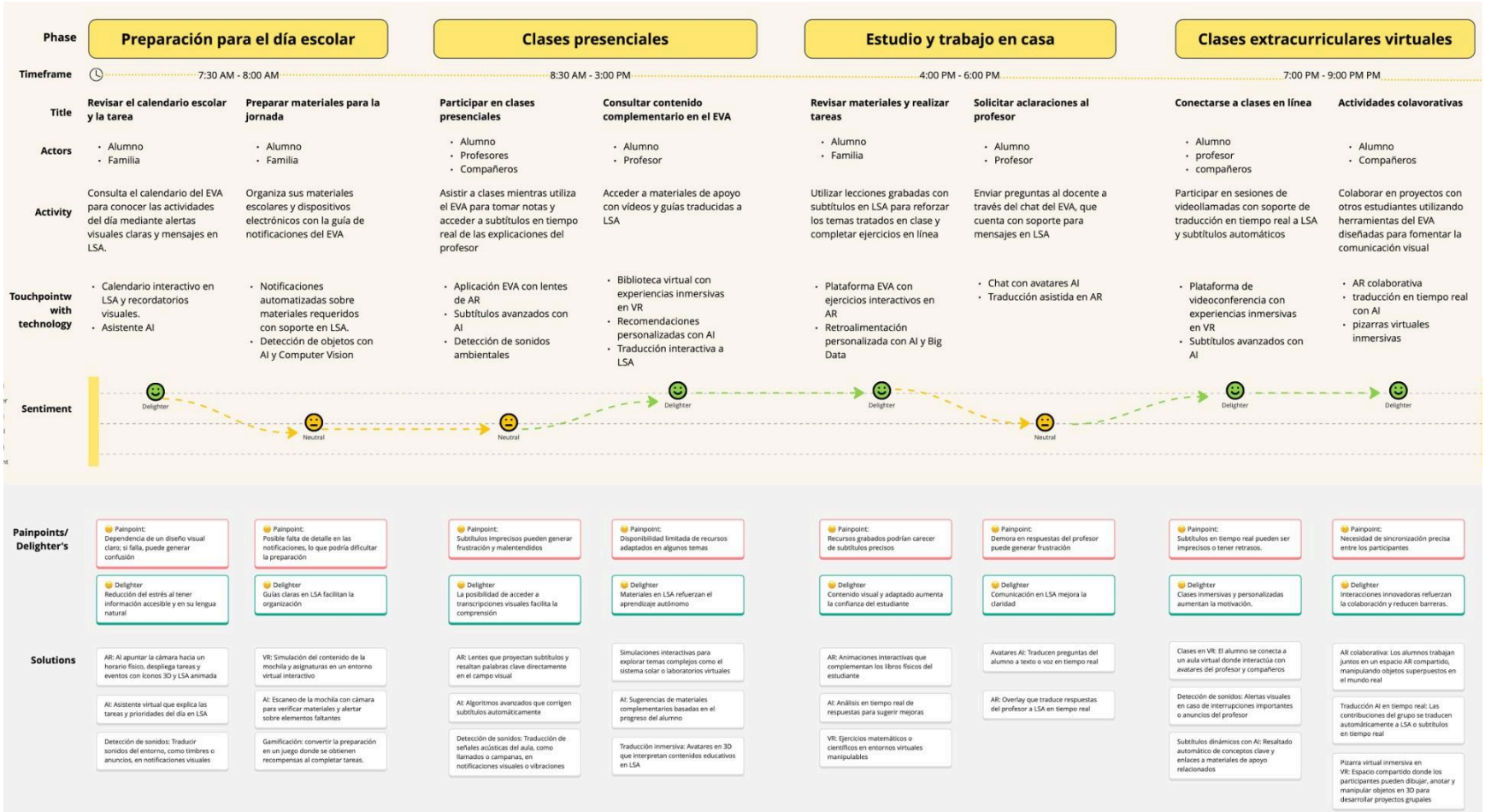
Un aspecto clave durante esta fase es considerar dos dimensiones esenciales de la experiencia de usuario: los *pain points* y los *delighters*. Los primeros se refieren a momentos de tensión o dificultad significativa, que pueden comprometer la percepción general del sistema. En cambio, los *delighters* aluden a experiencias positivas e inesperadas que generan valor añadido, placer o satisfacción. Ambos elementos constituyen indicadores potentes para identificar áreas de mejora e innovación. Atender a los obstáculos permite reducir fricciones en la interacción, mientras que destacar los momentos de disfrute puede fortalecer el vínculo con el entorno diseñado (Kalbach, 2016).

Para esta etapa de ideación, se duplicaron los *user journeys* elaborados previamente para definir las necesidades, con el objetivo de proponer soluciones concretas mediadas por TIC para cada punto de interacción y volver a medir la percepción en cada paso. Estos supuestos fueron concebidos a partir del análisis de puntos críticos, momentos positivos y nodos de contacto relevantes. En las Figuras 24 y 25 se representan las soluciones propuestas en cada tramo del recorrido.

En esta etapa la divergencia se percibe en la cantidad de propuestas de soluciones. No todas ellas necesariamente acabaron como soluciones finales en la siguiente fase de convergencia.

Figura 24

Ideación sobre el User Journey de un alumno sordo.

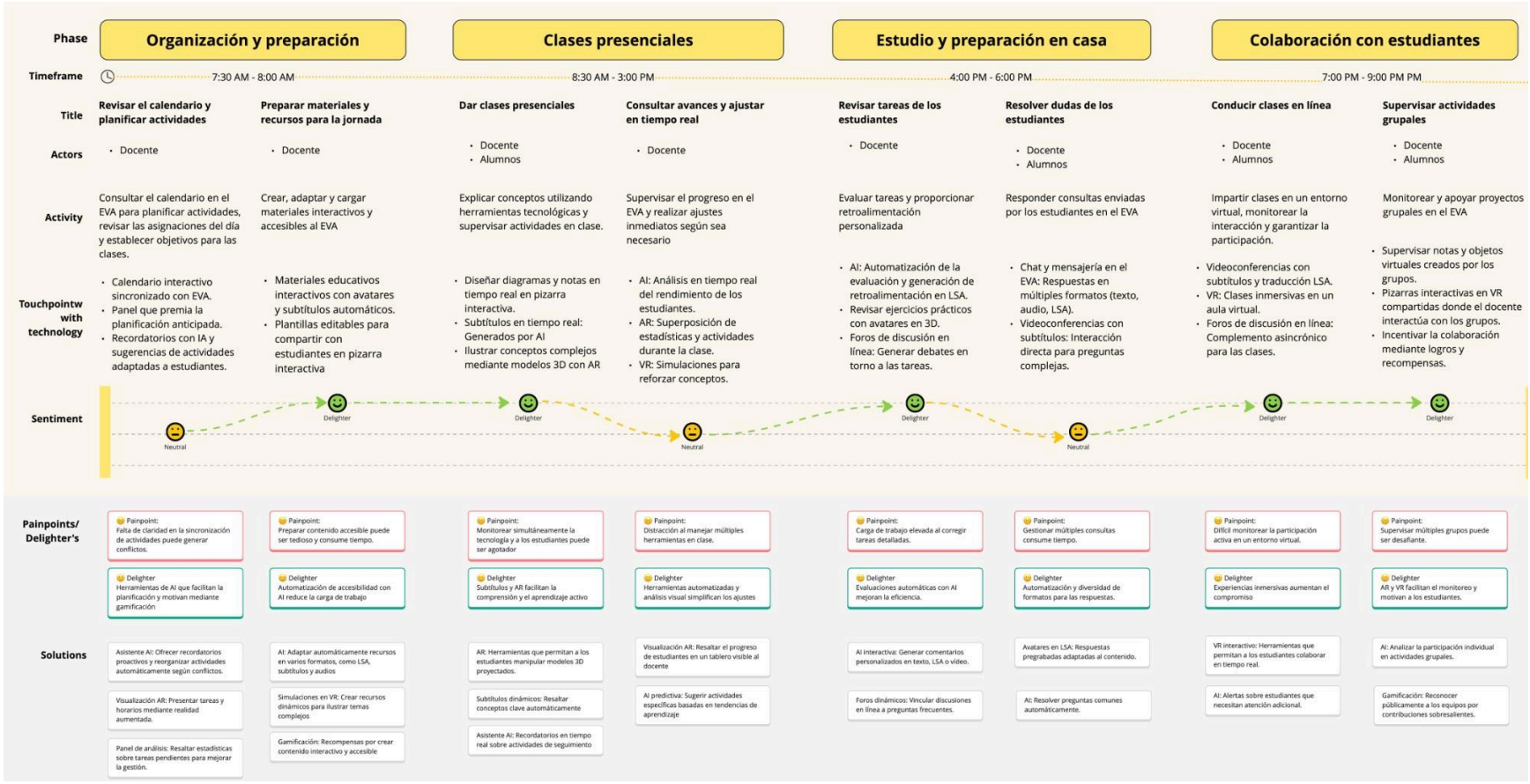


Nota. Enlace al tablero aquí.

Fuente: Producción propia.

Figura 25

Ideación sobre el User Journey de un docente.



Nota. Enlace al tablero aquí.

Fuente: Producción propia.

Las soluciones surgidas a partir de la etapa de entendimiento fueron trasladadas a un nuevo tablero digital con el propósito de multiplicar la generación de ideas, siguiendo los lineamientos propuestos por Kalbach (2016). Las propuestas fueron agrupadas en dos conjuntos principales. Por un lado, ideas de carácter general; por otro, aquellas vinculadas específicamente al uso de TIC. Dentro de cada conjunto, las ideas se clasificaron en categorías temáticas que permitieran una mejor visualización y análisis. El resultado puede verse en las Figuras 26 y 27.

En el grupo de "Ideas generales" se definieron seis categorías que abordan aspectos de la experiencia alineados con las necesidades de los estudiantes sordos y docentes. La categoría "Accesibilidad" reúne propuestas orientadas a garantizar la inclusión comunicacional, mediante funciones como subtitulado automático, traducción simultánea a LSA y recursos visuales adaptables a diferentes perfiles de usuario. En "Personalización" se agrupan iniciativas que permiten adaptar la experiencia educativa al ritmo, estilo y objetivos individuales de cada estudiante, mediante inteligencia artificial y configuraciones ajustables.

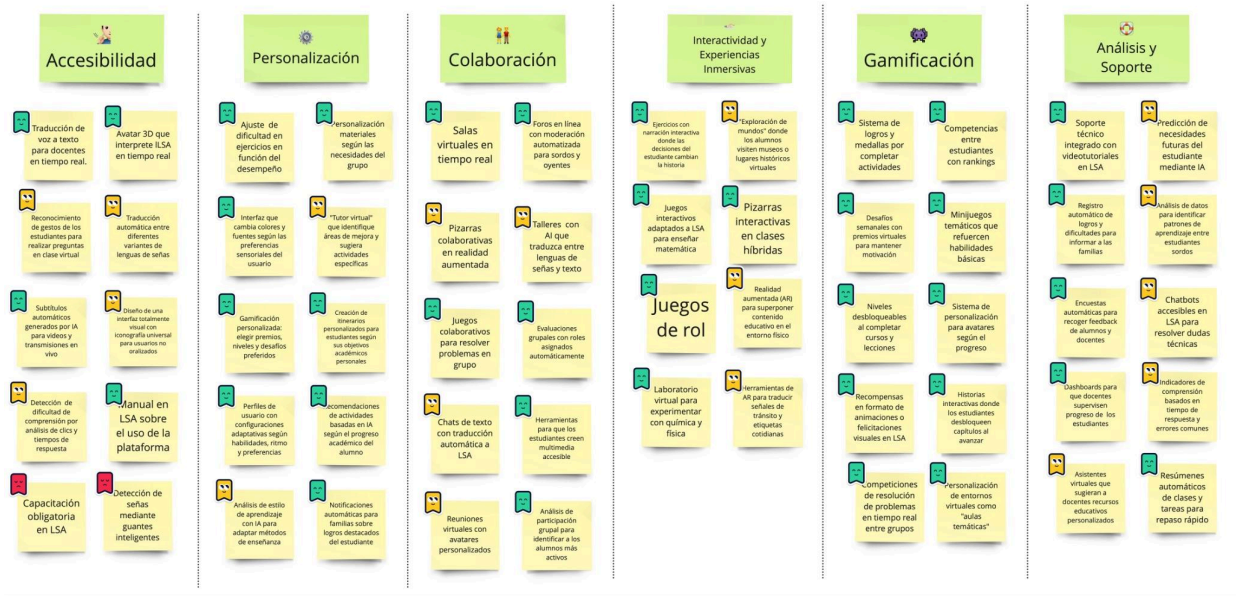
La categoría "Colaboración" reúne propuestas para fomentar el trabajo conjunto, a través de espacios virtuales y dinámicas que facilitan la interacción social, reduciendo el aislamiento. "Interactividad y experiencias inmersivas" propone integrar tecnologías como realidad virtual y aumentada, con el objetivo de generar entornos envolventes que faciliten la comprensión de contenidos y la realización de actividades prácticas. Bajo la etiqueta "Gamificación" se reúnen ideas centradas en mantener la motivación mediante dinámicas lúdicas, logros visuales y sistemas de recompensa ajustables al perfil de cada usuario.

Por último, la categoría "Análisis y soporte" contempla el uso de tecnologías como *big data* y paneles visuales de seguimiento (*dashboards*), orientados a brindar información en tiempo real sobre el progreso académico. Estos recursos buscan facilitar la toma de decisiones tanto para

docentes como para instituciones y familias, permitiendo una retroalimentación oportuna y una intervención más ágil ante posibles dificultades.

Figura 26

Ideación. Categorías generales.



Nota. Enlace a vista de tabla aquí. Enlace al tablero aquí.

Fuente: Producción propia.

Las categorías vinculadas directamente con TIC (Figura 27) agrupan propuestas que exploran soluciones disruptivas orientadas a transformar la experiencia educativa mediante la integración de tecnologías avanzadas. En la categoría “Realidad Aumentada y Virtual”, se plantean entornos inmersivos como aulas holográficas, simulaciones interactivas y mundos virtuales persistentes, que facilitan la comprensión de conceptos complejos a través de una experiencia visual activa.

La categoría “Inteligencia Artificial” contempla herramientas capaces de brindar tutorías personalizadas, seguimiento en tiempo real del nivel de comprensión y adaptaciones profundas mediante motores de recomendación basados en aprendizaje profundo.

En cuanto a la “Seguridad”, se proponen innovaciones aplicadas a la certificación académica y a la gestión de datos, mediante tecnologías descentralizadas y protocolos transparentes que garanticen tanto la privacidad como el acceso controlado a la información.

La categoría “Colaboración” reúne iniciativas como espacios metaversales, sistemas de telepresencia y experiencias de interacción internacional en tiempo real. Estas herramientas expanden las posibilidades de comunicación y promueven entornos más abiertos e interconectados.

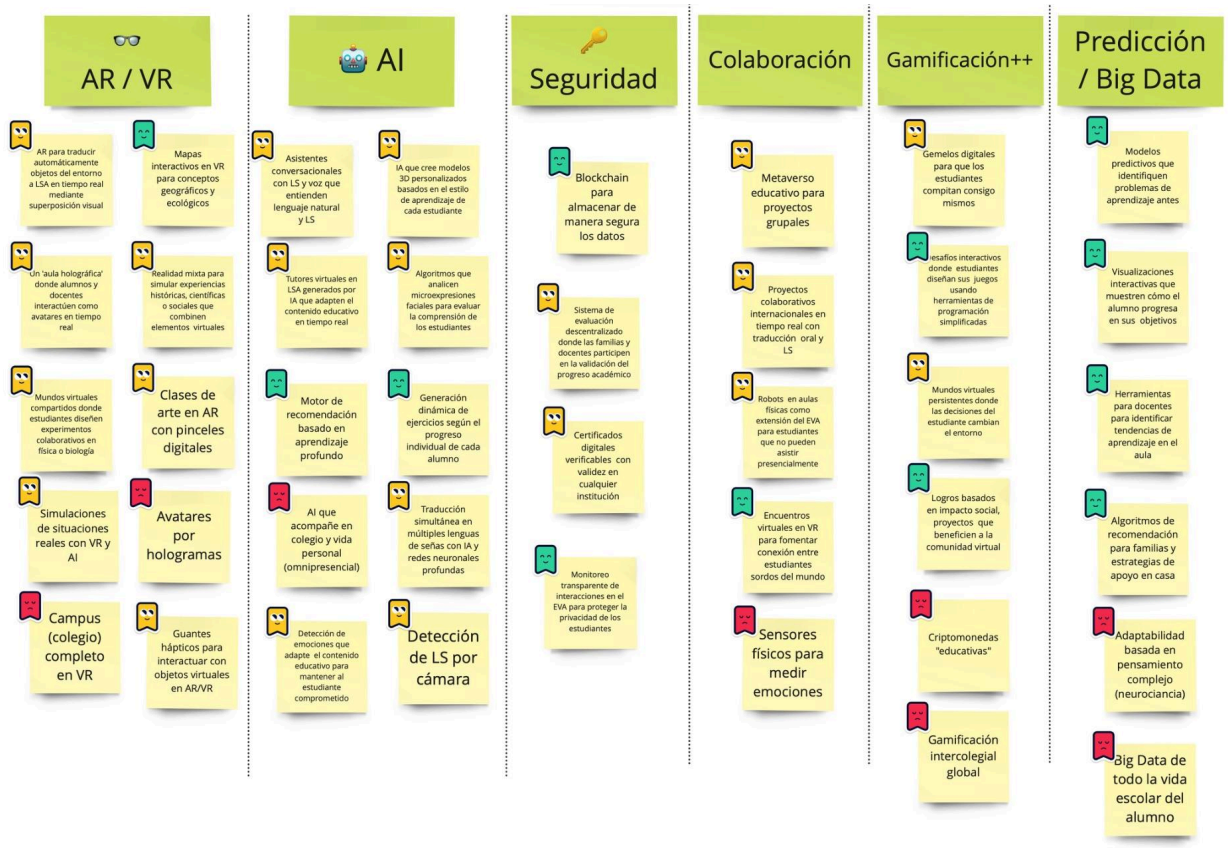
Dentro de “Gamificación”, se incluyen propuestas centradas en experiencias interactivas de alto impacto, como mundos narrativos abiertos, competiciones globales, dinámicas ubicuas y entornos adaptativos en los que las decisiones de los estudiantes modelan activamente el sistema.

Finalmente, la categoría “Predicción y Big Data” incorpora el uso de análisis avanzados para anticipar patrones de comportamiento y necesidades formativas, permitiendo intervenir de forma oportuna. El empleo de herramientas predictivas posibilita detectar situaciones problemáticas antes de que afecten el rendimiento, mientras que las visualizaciones dinámicas y los análisis colaborativos ayudan tanto a docentes como a estudiantes a ajustar estrategias pedagógicas en tiempo real. Esta integración de datos fortalecerá la toma de decisiones y un enfoque educativo más inclusivo y eficaz.

Como cierre de esta fase, a cada idea se le asignó un nivel de factibilidad representado mediante un código de colores: verde para aquellas posibles de implementar, amarillo para las que suponen un reto significativo, y rojo para las consideradas actualmente inviables.

Figura 27

Ideación. Categorías TIC.



Nota. Enlace a vista de tabla aquí. Enlace al tablero aquí.

Fuente: Producción propia.

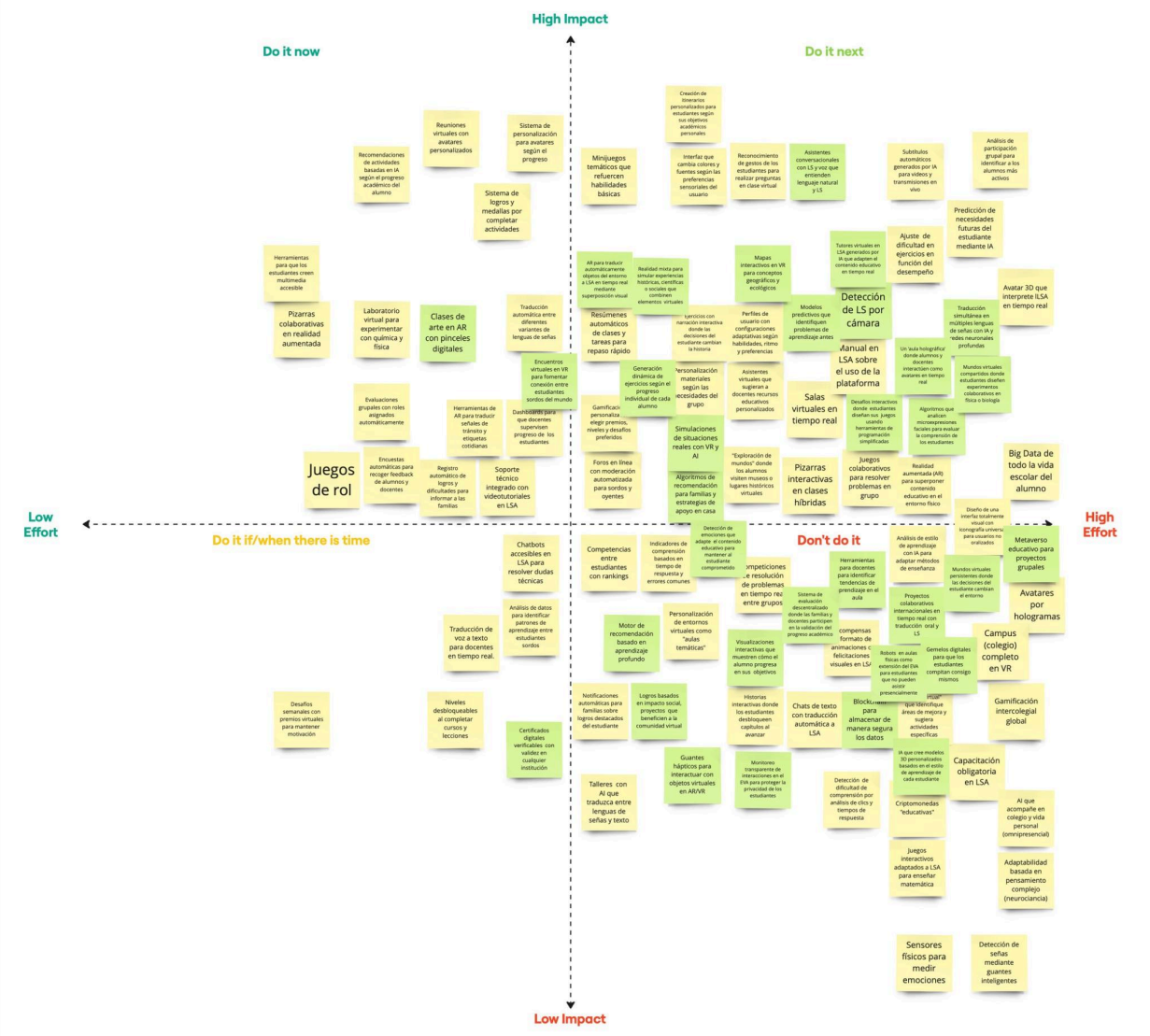
Como cierre, regresando a un estado de convergencia, se incorporó una herramienta que permitió refinar las ideas, conocida como matriz de priorización (Miro, s.f.-b). Esta técnica añadió una nueva dimensión al análisis de factibilidad, al establecer un sistema de evaluación basado en los ejes esfuerzo e impacto. Su visualización facilita la identificación de las propuestas que deben desarrollarse con mayor urgencia, y de las que conviene postergar o descartar.

La matriz se organizó en cuatro cuadrantes, definidos según su prioridad: “hacer primero”, “hacer luego”, “hacer cuando haya tiempo” y “no hacer”. Para preservar la distinción entre los grupos iniciales, se utilizó el color amarillo para las ideas generales y el verde para

aquellas vinculadas a TIC. El esfuerzo se evaluó desde una perspectiva técnica, mientras que el impacto se definió desde un enfoque tecno-educativo, valorando el potencial transformador de cada propuesta en el contexto del EVA (Figura 28).

Figura 28

Matriz de priorización.



Nota. Enlace a vista de tabla aquí. Enlace al tablero aquí. Ideas generales = amarillo, ideas TIC = verde.

Fuente: Producción propia.

Producto Mínimo Viable

La noción de Producto Mínimo Viable (MVP, por sus siglas en inglés) ofrece una vía para avanzar en el desarrollo de propuestas digitales mediante una lógica ágil, iterativa y centrada en las necesidades reales de los usuarios. Según Eric Ries (2011), quien introdujo el término, un MVP consiste en una versión inicial de un producto que comprende únicamente las funcionalidades esenciales, con el fin de obtener retroalimentación temprana y validar hipótesis de diseño antes de destinar mayores recursos. Aunque su origen se sitúa en el ámbito del emprendimiento tecnológico independientemente de su finalidad, esta estrategia resulta valiosa en proyectos educativos que requieren adaptarse a contextos cambiantes y públicos diversos.

Desde la perspectiva metodológica, la construcción de un MVP permitirá poner a prueba componentes técnicos y funcionales luego de la primera etapa de construcción, al tiempo que se anticipen posibles barreras pedagógicas, comunicacionales o de accesibilidad. Panke (2019) señala que, en entornos educativos complejos, diseñar con los usuarios —y no solo para ellos— implica adoptar un enfoque de prototipado progresivo, en el que cada iteración se concibe como una oportunidad de aprendizaje que enriquece el producto en desarrollo.

La matriz de priorización esfuerzo-impacto, elaborada en la etapa anterior, permitió organizar las funcionalidades propuestas según su potencial transformador en la experiencia del usuario y el nivel de complejidad técnica que suponen. A partir de este análisis, se identificaron acciones de alto impacto y bajo esfuerzo como prioritarias para ser incluidas en el MVP, lo que facilitó una toma de decisiones estratégica, basada tanto en criterios pedagógicos como tecnológicos. De esta manera se logrará optimizar los recursos disponibles y enfocar el desarrollo en elementos sustantivos para el funcionamiento del entorno.

Fase 4: Prototipado

Storyboards

El inicio de la etapa de prototipado se apoyó en la técnica de *storyboards* para representar visualmente la convergencia de ideas surgidas en la fase de ideación. Esta herramienta permite narrar y visualizar el recorrido de un usuario a través de una experiencia futura, transformando conceptos abstractos o teóricos en escenas concretas que facilitan el análisis, validación y desarrollo posterior.

Lewrick, Link et al. (2020) destacan que los *storyboards* son eficaces para construir empatía, ya que permiten visualizar las emociones, decisiones y necesidades de los usuarios a lo largo de un flujo narrativo. Su potencia se manifiesta en la capacidad de contar historias que conectan con las personas más allá de los detalles técnicos, lo cual es especialmente valioso en esta fase, donde se busca evaluar la funcionalidad, el valor percibido y la integración cotidiana de una propuesta.

Kalbach (2016) considera que los artefactos visuales como los *storyboards* cumplen un rol estratégico en el proceso de diseño. Funcionan como medios de comunicación entre equipos de diseño y de desarrollo, ayudan a alinear expectativas y permiten detectar aspectos críticos antes de avanzar hacia la materialización del prototipo. Su uso favorece la exploración y la anticipación de escenarios, fortaleciendo el enfoque centrado en la experiencia.

Se diseñaron nueve *storyboards* que dan vida a casos de uso prioritarios y representativos. La selección de estas escenas se basó en su relevancia pedagógica, su complejidad comunicacional y su valor como momentos clave dentro del recorrido del usuario. Cada uno de ellos ilustra una funcionalidad esencial o una situación significativa de interacción,

lo que permite anticipar respuestas, validar decisiones de diseño y detectar nuevas oportunidades de mejora desde una perspectiva situada y realista:

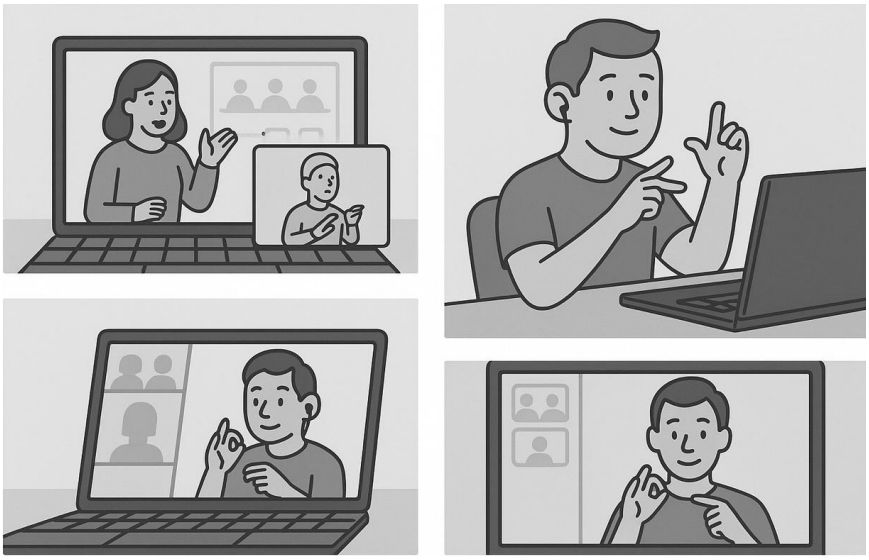
1. **Uso sincrónico con lengua de señas:** muestra a un estudiante participando en una clase en vivo, utilizando traducción simultánea entre voz y LSA. Este caso ilustra la integración comunicativa en tiempo real como condición básica de acceso (Figura 29).
2. **Experiencia inmersiva con realidad virtual:** representa a estudiantes explorando entornos como museos o el sistema solar mediante RV. Este escenario anticipa el potencial de la tecnología para expandir el acceso a contenidos complejos y multisensoriales (Figura 30).
3. **Configuración de accesibilidad personalizada:** se visualiza a un docente y a un alumno seleccionando opciones de accesibilidad. El caso subraya la necesidad de una plataforma que reconozca preferencias individuales y promueva la autonomía (Figura 31).
4. **Elección libre del modo comunicativo:** muestra la selección entre voz, LSA y subtitulado (CC) sin barreras de usabilidad (Figura 32).
5. **Interfaz adaptable a distintos dispositivos:** ilustra una visualización responsiva que se ajusta al tipo y tamaño de pantalla. Representa el principio de equidad tecnológica frente a la diversidad de medios de acceso (Figura 33).
6. **Analítica en tiempo real:** el docente observa datos sobre el uso del entorno por parte de los estudiantes. Este caso anticipa la función pedagógica de los datos como insumo para retroalimentación y toma de decisiones (Figura 34).
7. **Gamificación visual y señada:** muestra cómo se integran recompensas lúdicas en formatos accesibles, tanto gráficos como en LS. La escena combina motivación y accesibilidad en un solo componente funcional (Figura 35).

8. **Producción de contenido por parte del estudiante:** un alumno comparte un video o producción con sus compañeros y docentes. Se representa aquí el derecho a la expresión en la lengua de preferencia, no solo al acceso (Figura 36).
9. **Interacción entre datos, familia y docente:** visualiza cómo la actividad del estudiante genera información que es analizada por el entorno familiar y escolar. Este *storyboard* propone una mirada sistémica de la experiencia educativa (Figura 37).

Para los *storyboards* se utilizó la herramienta de IA para creación de imágenes de ChatGPT (OpenAI, s.f.). Los *prompt* para crear cada imagen se encuentran en el Apéndice B.

Figura 29

Storyboard 1: Estudiante usando LS en clase sincrónica. Traducción voz-LS y LS-voz.

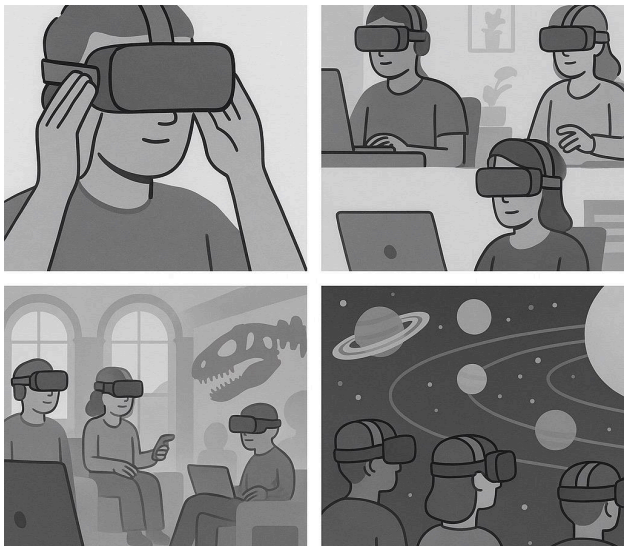


Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

Figura 30

Storyboard 2: Estudiantes usando RV de manera remota, inmersos en museo y en sistema solar.

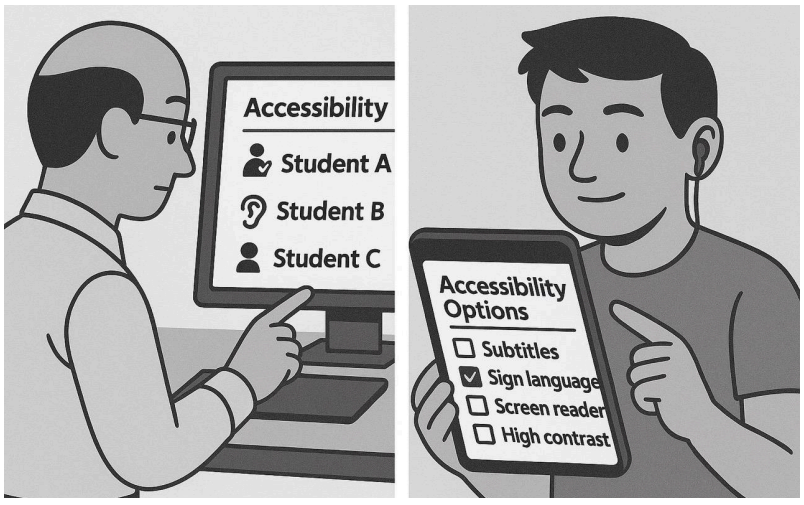


Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

Figura 31

Storyboard 3. Docente seleccionando opciones de accesibilidad para cada alumno. Alumno seleccionando opciones de accesibilidad para él mismo.

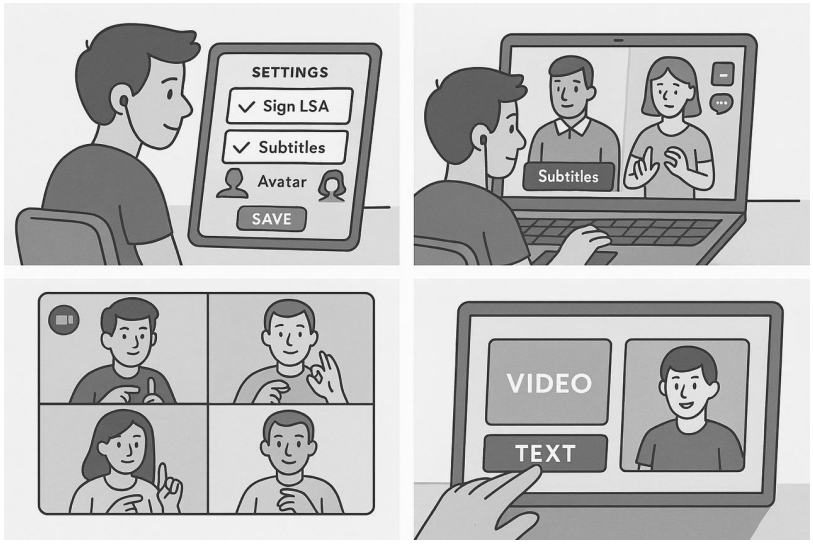


Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

Figura 32

Storyboard 4. Selección entre voz, LS y CC en toda la plataforma sin fricciones de usabilidad.



Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

Figura 33

Storyboard 5: Interfaz de usuario responsiva que se adapta a tamaño y tipo de dispositivo.



Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

Figura 34

Storyboard 6: Docente analizando cuadros de mando con datos en tiempo real del uso del EVA.

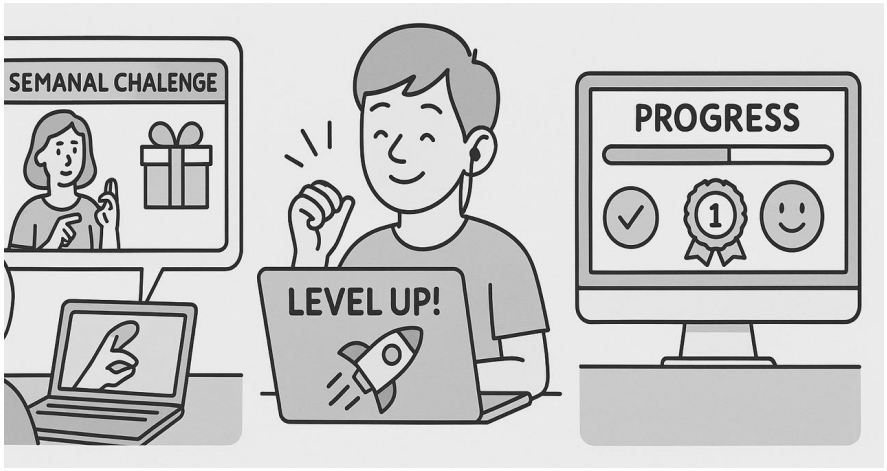


Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

Figura 35

Storyboard 7. Gamificación visual y en LS.

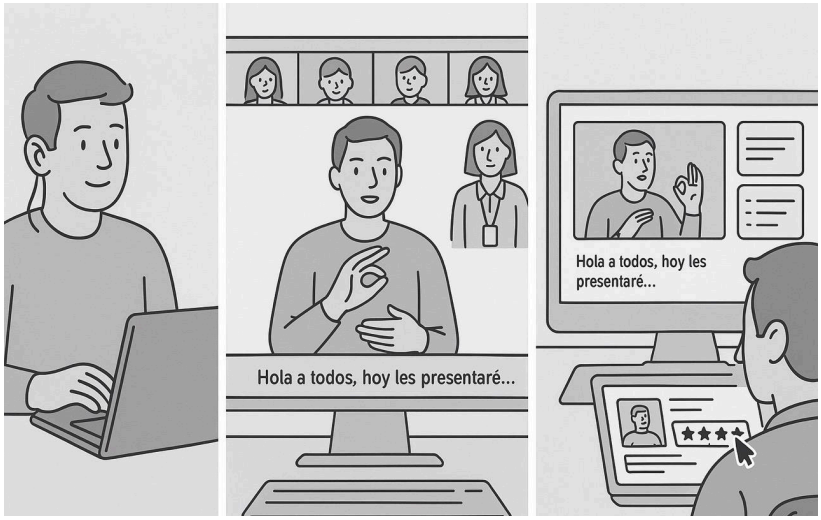


Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

Figura 36

Storyboard 8. Alumno comparte su producción de contenido a compañeros y docente.



Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

Figura 37

Storyboard 9. Alumnos interactuando en clase generan datos que analizan el docente y la familia.



Nota. Imagen generada con IA mediante ChatGPT a partir de un prompt elaborado por el autor.

Fuente: Elaboración propia con asistencia de IA.

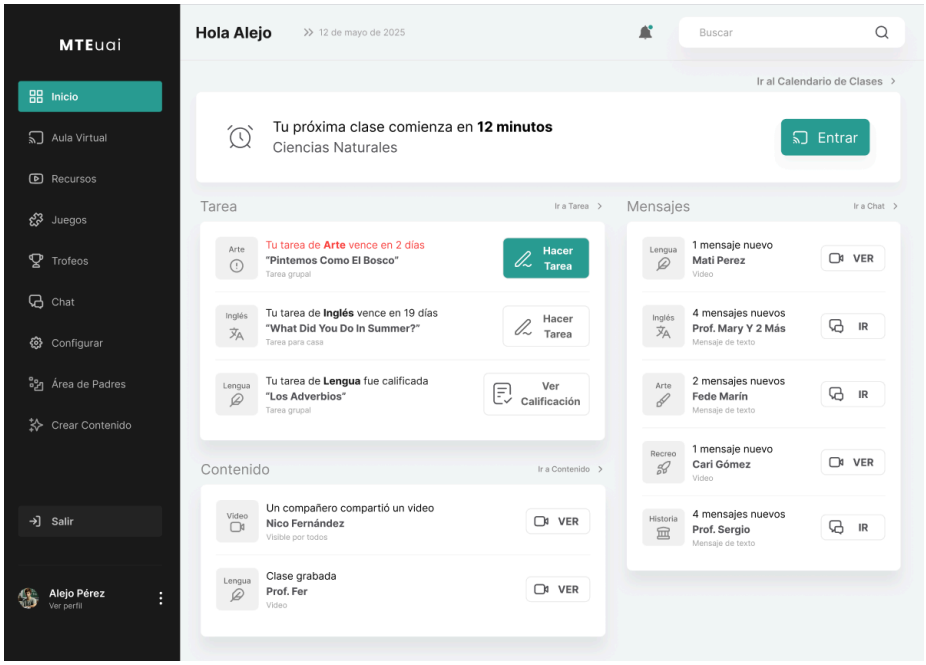
Interfaz de Usuario y Prototipo Interactivo

La interfaz de usuario del prototipo se desarrolló a partir de plantillas que respetan los lineamientos definidos previamente en materia de accesibilidad y usabilidad. Las plantillas utilizadas poseen licencia CC BY 4.0, que permite su uso y adaptación con atribución correspondiente.

En las Figuras 38, 39 y 40 se presentan capturas de pantalla del prototipo, desarrollado íntegramente en Figma. El artefacto permite la navegación entre secciones mediante interacción directa con una interfaz simulada, en la que cada ítem está vinculado con otros elementos del entorno (Figura 41). Esta interacción reproduce recorridos posibles dentro del EVA y posibilita una aproximación experiencial. La navegación completa puede visualizarse en el video del Apéndice G, donde también se incluye el enlace de acceso directo al prototipo interactivo.

Figura 38

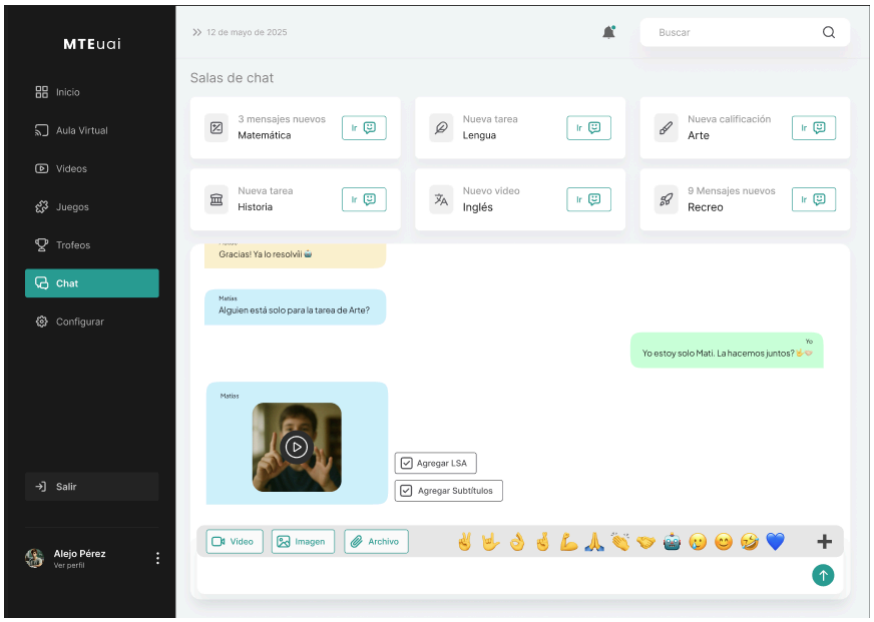
Prototipo de página de inicio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 39

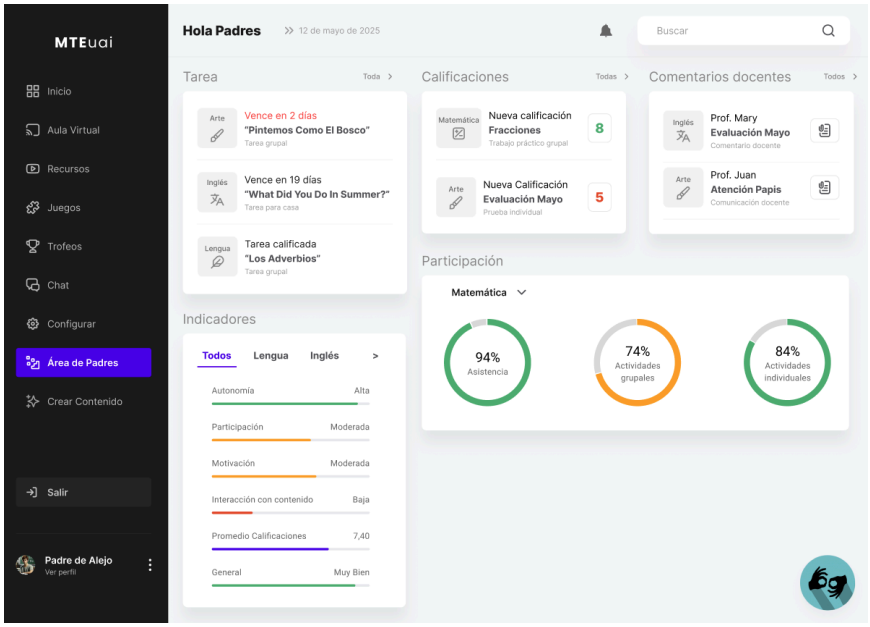
Prototipo de sección de sala de chat.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40

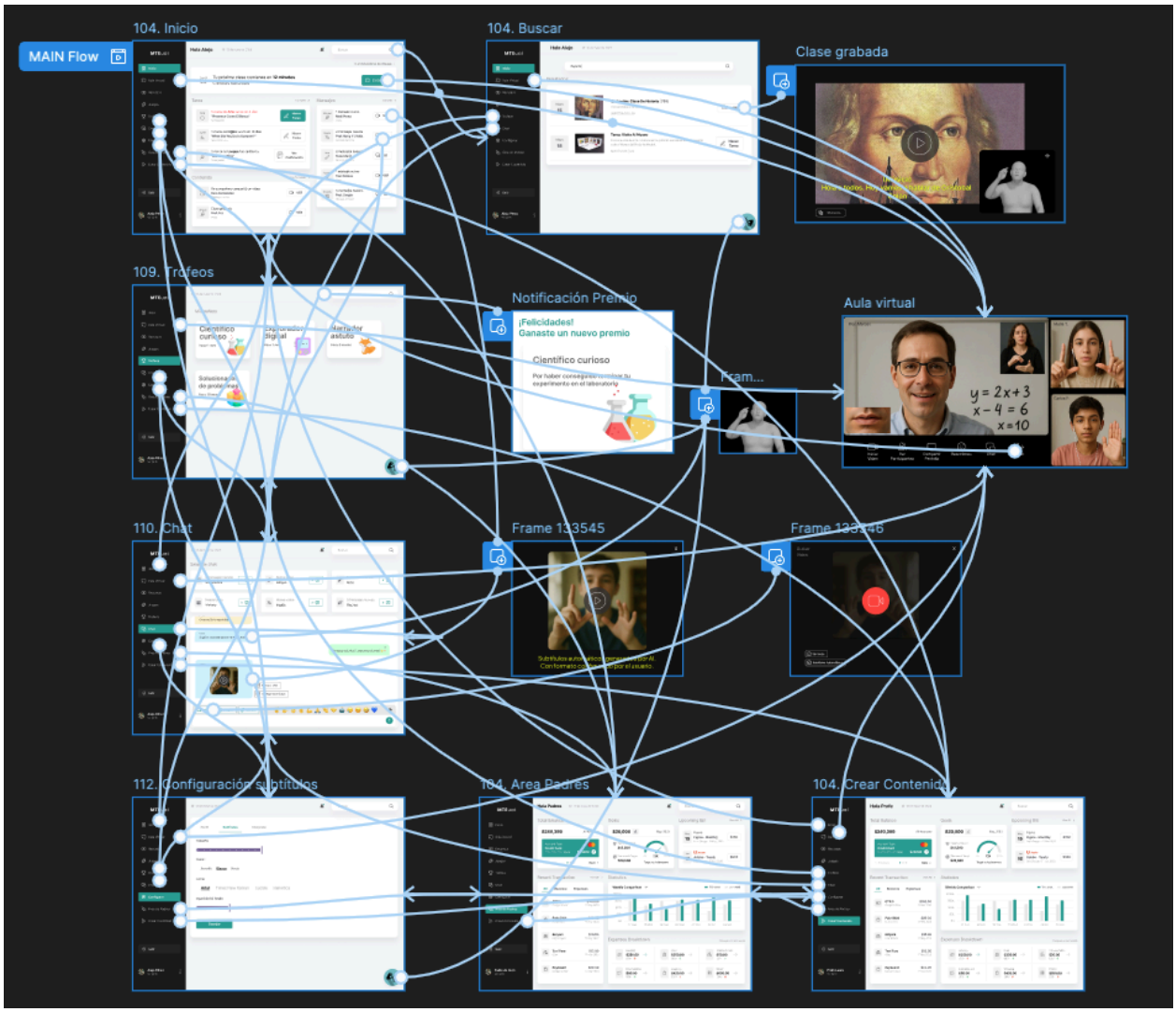
Prototipo de sección para padres.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41

Vista de prototipado en Figma. Interacción entre instancias de la interfaz.



Fuente: Elaboración propia.

La estructura de la interfaz se basó en la plantilla de Säeef (2023), que define la disposición del menú, el encabezado y las secciones principales. El sistema de iconografía combina un conjunto general (Hughes, 2025) y otro diseñado para entornos infantiles (Designfy.me, 2024). También se incorporaron recursos gráficos de código abierto adaptados a las necesidades visuales de cada sección del entorno. Para la sección de chat se utilizaron diseños

de Mahajan (2022), en la visualización de datos se incorporaron recursos de Chakravarty (2024), y para los controles de video se recurrió a los desarrollos de Palyanov (2021). La animación del intérprete 3D se basó en el recurso generado por Thambiraja (2023).

Fase 5: Pruebas

Para concluir el proceso se retomó el contacto con las personas entrevistadas durante la fase de entendimiento que representan a los dos usuarios modelados: Angélica, docente en una escuela especial, y Fabián, joven hipoacúsico. A ambos se les otorgó acceso al prototipo interactivo en Figma, junto con una explicación detallada de la técnica de la "Escalera del Feedback" de Daniel Wilson (Furman, 2018). Esta herramienta organiza la retroalimentación en cuatro niveles progresivos. Primero, se observa y pregunta mediante una descripción objetiva sin emitir juicios. Luego, se valoran de manera precisa los aspectos positivos. En una tercera instancia, se plantean preguntas que invitan a la reflexión. Finalmente, se sugieren propuestas concretas de mejora.

Se realizó una demostración guiada para contextualizar el funcionamiento del prototipo, aclarando que, si bien era posible navegar la interfaz y explorar sus secciones, algunas funciones como la grabación de mensajes en video o las respuestas simuladas de otros usuarios no estaban operativas y se mostraban únicamente como interacciones posibles. Esta introducción resultó clave para evitar malentendidos y para enmarcar adecuadamente la experiencia de prueba. Luego de la exploración libre del entorno, se guió a cada participante por las etapas de la escalera, tomando nota de sus observaciones y reacciones.

La docente comenzó su análisis con los aspectos visuales del entorno. Destacó la claridad del menú lateral y la organización intuitiva de las secciones, aunque advirtió que algunos botones podrían pasar desapercibidos para estudiantes con dificultades lectoras. Valoró el uso de íconos

como apoyo visual y elogió la estética general, que calificó como amigable y sin sobrecarga de información. Señaló la buena jerarquización de los textos y la diferenciación visual entre secciones, elementos que facilitan el "escaneo" y la navegación. Sobre la sección de trofeos, la describió como "motivadora y entretenida", destacando su potencial para generar sentido de logro en estudiantes que muchas veces no reciben refuerzo externo por parte de sus familias. También subrayó el valor de la retroalimentación visual inmediata como medio para fortalecer la autonomía y el entusiasmo.

Además, celebró especialmente la presencia del avatar señante disponible en todas las secciones del entorno. Consideró que esta incorporación "marca una diferencia con respecto a otras plataformas que solo subtitulan, mal, o directamente no adaptan nada". También valoró la posibilidad de enviar y recibir videos en el chat, al considerar que este canal puede favorecer la participación de estudiantes que se sienten inhibidos frente al texto escrito. Reconoció que el subtitulado automático, a pesar de estar generado por inteligencia artificial, mantenía una coherencia adecuada para la comprensión general. Además, elogió la consistencia cromática de la interfaz, que, en su opinión, no distrae y transmite una sensación de calma.

No obstante, señaló que no todas las funciones eran intuitivas en un primer uso. Consultada sobre qué obstáculo podía estar detrás de esta dificultad, sugirió que la ausencia de una guía visual inicial podría interferir en la apropiación del entorno.

En el nivel de indagación, Angélica planteó interrogantes sobre la capacidad del sistema para adaptarse al perfil comunicativo de cada estudiante, es decir, si podría priorizar el uso del avatar, del texto o de ambos, según las preferencias individuales. A partir de esta inquietud, surgió la idea de permitir que los usuarios declaren sus preferencias al iniciar sesión, para ajustar automáticamente la configuración del entorno. También preguntó si los mensajes entre

estudiantes se encontraban arbitrados por docentes o si se trataba de un canal abierto, y si existía algún sistema de alertas que permitiera detectar situaciones de baja participación o desconexión prolongada.

Finalmente, propuso incorporar recorridos visuales vinculados a contenidos curriculares, especialmente del área de arte, como visitas a museos virtuales con interpretación. Consideró que este tipo de experiencias podrían ser pedagógica y emocionalmente significativas. También sugirió habilitar la personalización de elementos visuales, como nombres o íconos de trofeos, y permitir que los estudiantes envíen mensajes en video como forma de consulta o comentario. Aunque esta función ya estaba contemplada, no resultó suficientemente visible durante la prueba. Tanto el envío de videos como el uso del avatar virtual deberían estar disponibles de forma transversal en todas las secciones del entorno. A raíz de la observación de falta de claridad funcional del sistema en un primer uso, propuso incorporar un breve tutorial introductorio en LSA que acompañe el primer ingreso al EVA, facilitando así la familiarización con las funcionalidades básicas.

Fabián, joven hipoacúsico, abordó el prototipo con una mirada analítica centrada en la experiencia comunicacional. Recorrió el menú principal y destacó la presencia constante del avatar 3D como un elemento clave para favorecer la autonomía. Valoró que estuviera disponible en todas las secciones, a diferencia de otras plataformas que lo relegan a espacios específicos. En el chat, identificó los mensajes en video como el recurso más accesible, aunque advirtió que no siempre era evidente si estos incluían subtítulos, LSA o ambas modalidades. A partir de esta observación, sugirió incorporar un ícono o etiqueta que indique el tipo de accesibilidad presente en cada mensaje. También señaló que el tamaño del recuadro de video en la vista de chat podría resultar pequeño en dispositivos portátiles, lo que dificultaría la lectura de señas.

Durante la valoración, remarcó la limpieza visual del diseño y la neutralidad del fondo, factores que —según comentó— ayudan a mantener la concentración. Señaló que el orden del contenido seguía una lógica progresiva clara, y destacó como especialmente valiosa la posibilidad de personalizar la tipografía de los subtítulos. Afirmó que cada persona sorda interpreta los subtítulos de manera distinta, por lo que contar con opciones configurables representa un avance significativo. Propuso, además, incluir una vista previa para que los usuarios puedan comprobar cómo se visualizarán los subtítulos antes de aplicar los cambios. En cuanto al avatar, valoró su presencia permanente como un indicio de consistencia accesible.

En la etapa de indagación, preguntó si existía algún filtro que permitiera clasificar los contenidos según la modalidad de acceso. Comentó que, dependiendo del tema, muchas personas sordas optan por una u otra forma de acceso, y que contar con esta opción desde el inicio facilitaría la navegación. También se interesó por el origen de los subtítulos, preguntando si se generaban en tiempo real. Propuso que se habilite una opción para reportar errores cuando los subtítulos automáticos resulten inexactos.

En el momento de las sugerencias, planteó la creación de un sistema de logros colectivos, donde el cumplimiento conjunto de actividades habilite recompensas grupales. Argumentó que muchas plataformas digitales refuerzan dinámicas individuales, mientras que la cultura sorda valora especialmente la construcción compartida del conocimiento. También propuso habilitar una sección donde los estudiantes puedan subir y compartir recursos accesibles creados por ellos mismos, promoviendo así una dinámica de intercambio. Finalmente, sugirió que al finalizar cada actividad se permita dejar una breve reseña visual, mediante emojis o videos cortos, para valorar la experiencia desde una dimensión expresiva.

Las devoluciones ofrecidas por Angélica y Fabián aportaron miradas complementarias que enriquecieron el análisis. Mientras ella focalizó su observación en aspectos pedagógicos, visuales y organizativos, él priorizó la experiencia comunicativa desde una perspectiva de usuario. Estas contribuciones resultaron fundamentales para orientar ajustes en futuras versiones del prototipo, especialmente en lo referido a personalización, señalización de accesibilidad y expansión de recursos culturales integrados.

A continuación, una síntesis de las oportunidades de mejora detectadas:

- Incorporar un tutorial inicial en LSA que oriente a los usuarios en su primer ingreso.
- Añadir una opción para que el estudiante declare sus preferencias comunicativas.
- Mejorar la visibilidad de ciertos botones o accesos.
- Desarrollar un sistema de alertas para docentes que permita identificar señales de baja participación.
- Integrar recorridos visuales o visitas virtuales con interpretación en LSA.
- Habilitar la personalización de elementos visuales como íconos o premios.
- Permitir mensajes de video como consultas o comentarios, no solo como respuestas.
- Etiquetar los mensajes en video según su tipo de acceso (Subtítulos, LS, ambos).
- Ofrecer una opción para previsualizar los estilos de subtítulos personalizados antes de aplicarlos. Oportunidad: lo mismo para el avatar señante.
- Incluir un filtro o clasificador de contenidos según modalidad accesible.
- Permitir a los estudiantes reportar errores en los subtítulos automáticos.

- Crear hitos en logros colaborativos, con recompensas grupales por actividades cumplidas en conjunto.
- Incorporar una sección de recursos accesibles creados o compartidos por los propios estudiantes.
- Habilitar una función de reseñas no verbales (con videos en LSA o emojis visuales) para valorar las actividades desde una dimensión expresiva.

Evaluación

Evaluar un entorno virtual requiere analizar su capacidad para generar aprendizajes significativos, facilitar interacciones accesibles y adaptarse a las trayectorias de quienes lo utilizan. A partir de esta premisa, los hallazgos de la etapa de pruebas se organizan siguiendo las dimensiones propuestas por Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez (2021) —tecnológica, pedagógica y funcional—, complementadas por las variables que Marcelo García (2006) considera clave para valorar la calidad educativa: interactividad, pertinencia de los contenidos, acompañamiento docente y mecanismos de evaluación disponibles.

Dimensión Tecnológica

Desde el punto de vista tecnológico, el prototipo logró desplegar una experiencia de navegación fluida y sin interrupciones críticas. Sin embargo, la accesibilidad no puede medirse únicamente por la ausencia de fallos, sino por la capacidad del sistema de adaptarse a los distintos modos de percepción y expresión de sus usuarios. En ese sentido, la disponibilidad simultánea de subtítulos autogenerados, la LSA mediante un avatar generado por IA, acercamiento inteligente para lectura labial, formato de texto escrito adaptable y la consistencia iconográfica se valora como un diferencial respecto de otras plataformas. Durante la etapa de pruebas se señaló que esta diversidad de canales favorece la comprensión y transmite un mensaje de reconocimiento hacia distintas formas de habitar el aula digital. El señalamiento de botones poco visibles y la propuesta de un tutorial inicial en LSA refuerzan la idea de que una interfaz verdaderamente accesible debe acompañar desde el primer contacto, anticipando obstáculos y guiando la apropiación del entorno. La implementación de opciones configurables que cruzan toda la plataforma y etiquetas claras que informen sobre el tipo de accesibilidad disponible en

cada recurso responde directamente a los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (CAST, 2018), así como a una ética del diseño centrada en la autonomía. Los espacios virtuales con RV deberán tener versiones para aquellos usuarios que no cuenten con hardware especializado, además, en esta y demás tecnologías interactivas, debe primar la compatibilidad con mayor cantidad de dispositivos compatibles posible.

Dimensión Pedagógica

Los aportes vinculados al plano didáctico reflejan la importancia de articular contenidos claros, secuencias coherentes y estructuras que estimulen el compromiso del estudiante. La posibilidad de personalizar elementos visuales, como íconos o subtítulos, y de elegir cómo representar las consignas (texto, video o lengua de señas), reconoce activamente la diversidad comunicacional. Fabián enfatizó que cada persona sorda interpreta los subtítulos de modo diferente, y que poder previsualizar los estilos antes de aplicarlos representa un gesto de respeto a esa heterogeneidad. Las propuestas orientadas a recorridos curriculares mediados por lo visual —como visitas a museos con interpretación en LSA— abren la puerta a una pedagogía más sensorial y emocionalmente significativa. Estas ideas se inscriben en modelos de enseñanza que no se limitan a transmitir contenidos, sino que buscan habilitar experiencias de aprendizaje conectadas con los intereses, contextos y formas de expresión de cada estudiante.

Dimensión Funcional

Desde una perspectiva funcional, la navegación fue evaluada positivamente por su organización y coherencia. La incorporación del avatar señante en todas las secciones fue reconocida como un gesto consistente y estructural, que refuerza la presencia accesible del entorno. El chat con mensajes en video y la capacidad de grabar videos señados en los que las

opciones de accesibilidad son automáticas, a su vez, permitieron visibilizar un tipo de comunicación poco explorado en plataformas educativas. Esta función representa una apertura a formas de interacción más horizontales, que no dependen exclusivamente del dominio del lenguaje escrito y expresan la percepción del mundo de las personas sordas. La sugerencia de crear filtros para clasificar contenidos según su modalidad de acceso, o de reportar errores en los subtítulos automáticos, apunta a una lógica de mejora continua en la que los propios estudiantes puedan participar activamente del diseño y la gestión del entorno.

Variables Complementarias

Las dimensiones propuestas por Marcelo García (2006) enriquecen aún más la evaluación. La interactividad se expresa tanto en la navegación o el uso de recursos, como en la posibilidad de producir, compartir y modificar materiales. La propuesta de incluir una sección donde los estudiantes puedan subir recursos accesibles creados por ellos mismos, así como dejar reseñas visuales o en LSA luego de cada actividad, refleja una concepción del aprendizaje como construcción colectiva. El acompañamiento docente, por su parte, fue mencionado por Angélica como un componente necesario para guiar la experiencia y mediar los intercambios, especialmente en contextos donde la autonomía puede verse limitada por la complejidad del entorno o la falta de familiaridad con la tecnología. Los mecanismos de evaluación podrían incorporar elementos visuales y señantes, ampliando las formas de demostrar lo aprendido más allá de la escritura.

El recorrido por las devoluciones permite identificar con claridad que evaluar un entorno virtual con criterios de accesibilidad no es simplemente verificar si funciona, sino indagar cómo, para quién y en qué condiciones genera sentido. La evaluación abrió un espacio de escucha y

co-construcción y no se limitó a detectar errores o comprobar funcionamiento. Las sugerencias fueron gestos de colaboración, maneras de decir “esto puede ser mejor si lo pensamos juntos”.

Angélica y Fabián ofrecieron observaciones que superan lo anecdótico y tocan cuestiones estructurales, abriendo camino a nuevos puntos de auto-reflexión. Se ponen en manifiesto la tensión entre diseño intuitivo y necesidad de guía, el valor del reconocimiento cultural, y la importancia de sentir que la plataforma “te entiende” porque habla la lengua del usuario, muestra sus formas, considera sus modos de estar. Estas reflexiones constituyen evidencias profundas sobre qué significa construir accesibilidad más allá del cumplimiento normativo.

Siguiendo a Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez (2021), evaluar implica comprender la experiencia subjetiva. Pero también implica abrir la posibilidad de rediseño permanente, de iterar en función de lo que se vive y no solo de lo que se planifica. El prototipo, aunque limitado en su alcance funcional, logró demostrar que es posible imaginar un entorno en el que lo visual, lo señado, lo compartido y lo colaborativo no sean accesorios, sino fundamentos. Un EVA pensado para estudiantes sordos debe ser un entorno que se transforma al ser usado, y que sólo cobra sentido cuando quienes lo habitan se reconocen en él.

Conclusiones

La hipótesis inicial de este trabajo planteaba que un diseño centrado en el usuario, aplicado a entornos virtuales de aprendizaje, favorece el uso eficaz de las TIC en respuesta a las necesidades educativas de estudiantes sordos e hipoacúsicos. A lo largo del proceso, esta premisa pudo validarse empírica y conceptualmente. El uso del enfoque *design thinking* permitió, por un lado, identificar problemáticas educativas relevantes desde la perspectiva de sus protagonistas, y por otro, crear soluciones cultural y lingüísticamente significativas. El recorrido realizado confirma que el diseño centrado en las personas es una vía para construir propuestas pedagógicas profundamente éticas.

En relación con los objetivos específicos, todos fueron abordados con rigor. Se realizó una selección crítica de tecnologías pertinentes al contexto educativo de la comunidad sorda, priorizando aquellas que permiten múltiples formas de representación y participación. Se aplicaron las etapas del *design thinking* de manera integral, desde la empatía hasta la fase de testeo. Se elaboró un prototipo interactivo funcional y se realizaron pruebas de usabilidad con usuarios. Las devoluciones recibidas permitieron evaluar la pertinencia del diseño y, a su vez, enriquecerlo. Este proceso evidenció que la evaluación temprana, iterativa y situada es indispensable en proyectos que buscan incidir en la equidad educativa.

Un hallazgo relevante fue la necesidad de redefinir el concepto de accesibilidad. Lejos de pensarse como un conjunto de ajustes aislados, se reveló como un principio estructurante que debe atravesar desde el diseño de la interfaz hasta las dinámicas de interacción y el tipo de contenido ofrecido. La incorporación de la lengua de señas como lengua vehicular, la posibilidad de expresarse en video y las decisiones visuales del entorno expresan respuestas a una forma específica de habitar el mundo, más allá de su carácter técnico. Esta comprensión de la

accesibilidad permitió recuperar dimensiones identitarias, culturales y afectivas frecuentemente desatendidas por los modelos tradicionales de *e-learning*.

El proyecto aportó, además, una experiencia metodológica valiosa. La articulación entre herramientas digitales como Figma, instancias analógicas de recolección de datos, y recursos de diseño iterativo permitieron conformar un modelo replicable para futuros desarrollos en entornos educativos. La experiencia también deja evidencia de que no basta con saber qué herramienta utilizar, es fundamental comprender por qué, para quién y cómo integrarla.

Las pruebas realizadas revelaron que, cuando el entorno digital se adapta a las formas de comunicación propias de esta comunidad, la motivación, la comprensión y el sentimiento de pertenencia aumentan significativamente. Estos resultados coinciden con estudios revisados en el marco teórico y refuerzan la necesidad de desarrollar propuestas en las que la lengua de señas y la comunicación visual constituyan elementos centrales del espacio educativo, y no simples añadidos.

Finalmente, se constata que el diseño de un EVA no puede reducirse a una tarea técnica o pedagógica en sentido estrecho. Supone una práctica contextualizada, reflexiva y colaborativa, que pone en juego decisiones políticas, éticas y comunicacionales. La propuesta desarrollada representa un punto de partida para repensar la inclusión desde modelos educativos que reconozcan la pluralidad lingüística y la diversidad sensorial como fuentes de conocimiento y no como obstáculos a sortear.

Este trabajo se concentró en el diseño y prototipado de un entorno virtual, sin abordar el desarrollo técnico completo del software ni su implementación a escala institucional. Las pruebas realizadas se limitaron a un conjunto reducido de participantes, por lo que los resultados deben leerse como indicios valiosos, pero no como generalizaciones definitivas. Asimismo, si

bien se incorporaron aportes de personas sordas con distintos perfiles, futuras investigaciones podrían fortalecer el componente participativo mediante metodologías de co-investigación con miembros de la comunidad sorda en todos los niveles del proceso.

Resulta fundamental continuar el desarrollo del prototipo en colaboración con instituciones educativas, equipos interdisciplinarios y representantes de la comunidad sorda. A su vez, sería pertinente explorar con mayor profundidad la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial conversacional en lengua de señas, los avatares 3D en tiempo real, la lectura labial o la generación automática de contenidos accesibles. Otra línea posible encuentra su fuerza en el desarrollo de estrategias de formación docente específicas para la enseñanza en entornos virtuales bilingües, con foco en la comunicación y la cultura sorda. Estos caminos permitirían consolidar un modelo educativo verdaderamente inclusivo, integrado de manera estructural al sistema y no planteado como una medida excepcional.

Recomendaciones

Recomendaciones para la Construcción del EVA

Para desarrollar el entorno educativo digital que plantea este proyecto se requerirá comprender los modos específicos en que sus futuros usuarios perciben, se expresan e interactúan con la información. Por eso, este proceso debe concebirse como una tarea progresiva, anclada en condiciones reales, y guiada por una visión pedagógica clara, de la misma manera que se llevaron a cabo las instancias previas a la construcción.

- **Adoptar metodologías de desarrollo ágil** que permitan avanzar en ciclos breves con entregables funcionales. En cada iteración, es clave incluir instancias de validación con estudiantes sordos, promoviendo un intercambio sostenido entre el equipo técnico y los usuarios.
- **Implementar pruebas de usabilidad desde los primeros prototipos.** La participación activa de estudiantes en edad escolar permite ajustar aspectos esenciales como la navegación, la organización de los recursos o la comprensión visual de la interfaz.
- **Diseñar una arquitectura modular**, con capacidad de integrarse en el futuro con tecnologías complementarias como inteligencia artificial, realidad aumentada o sistemas de análisis de aprendizaje. Esta estrategia permite mantener la evolución del entorno sin depender de grandes reestructuraciones ni herramientas de corto alcance.
- **Incluir herramientas pensadas desde las formas reales de comunicación** de la comunidad sorda. Es preferible evitar funciones automatizadas si no permiten ajustes contextuales o revisión lingüística. Cada decisión técnica debe contemplar cómo será interpretada y utilizada en la práctica cotidiana.

- **Ofrecer una interfaz adaptable, con opciones de personalización visual** que respondan a preferencias individuales. El entorno debe permitir modificar colores, tipografías, estilos de subtitulado y posición del avatar señante y lectura labial, garantizando una experiencia cómoda y clara para cada usuario.
- **Documentar cada etapa del desarrollo**, manteniendo registros públicos de los cambios, mejoras y retroalimentaciones recibidas. Este seguimiento facilita futuras actualizaciones y, al mismo tiempo, fortalece una cultura de transparencia y revisión constante.
- **Optar por tecnologías abiertas y sostenibles**, que favorezcan la autonomía del proyecto en el tiempo. Esto implica elegir estándares que no generen dependencias técnicas y que permitan adaptarse a nuevas demandas sin comenzar de cero.

Recomendaciones para la Creación de Contenido

Los materiales educativos no deberán construirse como adaptaciones tardías. Requerirán de una planificación intencional desde el comienzo, que contemple los modos de aprendizaje, los lenguajes y las representaciones más efectivas para los estudiantes sordos:

- **Diseñar cada unidad con variedad de soportes expresivos.** La combinación de texto claro, recursos visuales, videos en LSA y subtítulos revisados permite abordar el contenido desde múltiples entradas, ampliando las posibilidades de comprensión sin repetir mecánicamente la información.
- **Elaborar videos señados específicos para cada tema,** respetando la gramática propia de la lengua de señas. No se debe traducir palabra por palabra, sino comunicar con claridad y naturalidad en una lengua visual que tiene su propia lógica discursiva, en otras palabras, interpretar.

- **Incorporar recursos interactivos cuando realmente enriquezcan la propuesta pedagógica.** Las simulaciones, las experiencias inmersivas o los microvideos con retroalimentación pueden ser muy potentes si se articulan con objetivos didácticos bien definidos.
- **Brindar control total sobre el ritmo de acceso a los contenidos.** El entorno debe permitir que cada usuario avance a su propio ritmo, repita lo que necesite o reorganice la navegación de acuerdo con su forma de aprender.
- **Diseñar una señalética visual clara, coherente y funcional.** La navegación debe ser intuitiva, sin ambigüedades gráficas ni sobrecarga visual, y debe mantener criterios consistentes a lo largo de toda la plataforma.
- **Proponer actividades abiertas a múltiples formas de expresión.** Los estudiantes deben contar con la posibilidad de responder mediante presentaciones en LS, producciones visuales, narraciones propias en video u otros formatos que reflejen su pluralidad comunicativa.
- **Asegurar una relación cuidada entre la lengua de señas y la lengua escrita.** Ambas lenguas deben estar presentes con igual respeto y claridad, evitando interferencias innecesarias y priorizando la comprensión desde una perspectiva bilingüe.
- **Incluir espacios para que el propio alumnado produzca, edite y comparta contenidos.** Esta participación fortalece la apropiación del entorno y promueve la circulación horizontal del conocimiento, más allá de los materiales ofrecidos por el equipo docente.

- **Conformar equipos de trabajo interdisciplinarios.** La creación de materiales debe contar con la mirada conjunta de especialistas en pedagogía, tecnología educativa, intérpretes, diseñadores visuales, desarrolladores y miembros activos de la comunidad sorda, para asegurar que cada propuesta didáctica esté alineada con las necesidades reales del público al que se dirige.

Decálogo para la Inclusión de TIC en un EVA para Alumnos Sordos

Como cierre, este decálogo reúne los principios esenciales que deben guiar el diseño de tecnologías educativas destinadas a estudiantes sordos. Se presentan como compromisos éticos y metodológicos, no como una secuencia de pasos o lista de tareas. Cada uno sintetiza aprendizajes surgidos a lo largo del proceso de este proyecto:

1. **Diseñar con evidencia y con empatía.** Las decisiones tecnológicas deben apoyarse tanto en datos como en la comprensión profunda de quienes usarán el entorno.
2. **Partir de la accesibilidad como arquitectura, no como añadido.** Cada componente —interfaz, contenido, interacción— debe pensarse desde el inicio con criterios de inclusión comunicacional.
3. **Integrar la lengua de señas como componente estructural.** No basta con traducir, la lengua de señas debe estar contemplada en la lógica del diseño, la navegación y la experiencia didáctica.
4. **Utilizar tecnología con sentido pedagógico.** Las herramientas digitales son medios, no fines: su inclusión debe responder a una estrategia de enseñanza situada.
5. **Prototipar temprano y con usuarios reales.** La validación continua permite corregir desvíos antes de consolidarlos como soluciones definitivas.

6. **Documentar decisiones y procesos.** Un entorno de calidad no solo se construye, también se justifica, se argumenta y se deja abierto a nuevas iteraciones.
7. **Respetar la complejidad del contenido accesible.** Traducir no es simplificar; implica replantear la experiencia cognitiva desde otros lenguajes.
8. **Diseñar para la interacción significativa.** Un buen EVA no solo transmite información: habilita vínculos, comunidad y participación activa.
9. **Considerar la sostenibilidad tecnológica.** Elegir herramientas abiertas, compatibles y escalables garantiza continuidad más allá del prototipo.
10. **Pensar el entorno como política pública.** Un diseño accesible es, también, una toma de posición frente a las desigualdades educativas.

Índice de Figuras

Figura 1. Heterogeneidad identitaria y comunicacional dentro de un aula. 46

Figura 2. Escuela para sordos de Nueva York. 50

Figura 3. Antecedentes del *e-learning* 72

Figura 4. Detección en tiempo real de cuerpo, manos y rostro. 84

Figura 5. Experiencias en el aula con intérpretes virtuales y realidad aumentada. 85

Figura 6. Reproductor de video con opciones de subtítulos. 86

Figura 7. Proyecto BEARS. Uso de VR con niños hipoacúsicos. 87

Figura 8. Etapas del *Design Thinking*. 92

Figura 9. Espacios de Problema y Solución en el *Design Thinking*. 94

Figura 10. Convergencia y divergencia durante el *Design Thinking*. 95

Figura 11. Tableros creado en Miro para la etapa de ideación y priorización. 99

Figura 12. Libreta de anotaciones usada a lo largo del desarrollo del proyecto. 100

Figura 13. Libreta de anotaciones usada a lo largo del desarrollo del proyecto. 100

Figura 14. Libreta de anotaciones usada a lo largo del desarrollo del proyecto. 100

Figura 15. Uso de un chat tipo GPT de creación de imágenes para la etapa de prototipado. 101

Figura 16. Uso de iPad y Apple Pencil para creación y edición de tableros digitales. 102

Figura 17. Primera versión del mural de entendimiento a partir de las entrevistas. 112

Figura 18. Segunda versión del mural de entendimiento incluyendo el marco teórico. 114

Figura 19. Detección de puntos de dolor sobre el mural de entendimiento. 115

Figura 20. User persona de un alumno sordo. 118

Figura 21. User persona de un docente de alumnos sordos e hipoacúsicos. 119

Figura 22. User journey de un alumno sordo. 121

Figura 23. User journey de un docente de alumnos con discapacidad auditiva. 122

Figura 24. Ideación sobre el *user journey* de un alumno sordo. 127

Figura 25. Ideación sobre el *user journey* de un docente. 128

Figura 26. Ideación. Categorías generales. 130

Figura 27. Ideación. Categorías TIC. 132

Figura 28. Matriz de priorización. 133

Figura 29. Storyboard 1: Estudiante usando LS en clase sincrónica. 137

Figura 30. Storyboard 2: Estudiantes usando RV de manera remota. 138

Figura 31. Storyboard 3. Docente seleccionando opciones de accesibilidad. 138

Figura 32. Storyboard 4. Selección entre voz, LS y CC en toda la plataforma. 139

Figura 33. Storyboard 5: Interfaz de usuario responsiva. 139

Figura 34. Storyboard 6: Docente analizando cuadros de mando en tiempo real. 140

Figura 35. Storyboard 7. Gamificación visual y en LS. 140

Figura 36. Storyboard 8. Alumno comparte su producción de contenido. 141

Figura 37. Storyboard 9. Alumnos interactuando en clase generan datos analizables. 141

Figura 38. Prototipo de página de inicio. 142

Figura 39. Prototipo de sección de sala de chat. 143

Figura 40. Prototipo de sección para padres. 143

Figura 41. Vista de prototipado en Figma. Interacción entre instancias de la interfaz. 144

Índice de Tablas

Tabla 1. Panorama educativo de la comunidad sorda: indicadores globales clave. 17

Tabla 2. Panorama educativo de la comunidad sorda: la situación argentina. 22

Tabla 3. Antecedentes investigativos en el campo del diseño de EVA para alumnos sordos. 28

Tabla 4. Accesibilidad para no oyentes en plataformas educativas. 44

Tabla 5. Matriz de comparación de modelos educativos digitales. 77

Tabla 6. Puntos de dolor y oportunidades. 116

Bibliografía

Aardman. (s.f.). *StorySign*. Aardman. Recuperado el 6 de enero de 2025, de https://aardman.com/interactive/storysign/

Abello Gomez, V. (2017). *Interacción comunicativa entre comunidad sorda y oyente, y la incidencia de aspectos sociales y culturales en las prácticas comunicativas* [Universidad Distrital Francisco José De Caldas]. https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/fcbd2ab4-a027-4823-b914-f3229247925e/content

Adamo-Villani, N. (2007). A Virtual Learning Environment for Deaf Children: Design and Evaluation. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, *1*(11). International Science Index, Educational and Pedagogical Sciences.

Adell Segura, J., y Castañeda Quintero, L. (2010). Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje. En R. Roig Vila y M. Fiorucci (Eds.), *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas.*Alcoy. TRE Universita degli studi. https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/17247/1/Adell%26Castañeda_2010.pdf

Agencia UNQ. (2022, 15 de agosto). Por primera vez la UNQ tendrá Lengua de Señas Argentina como materia optativa. *El Destape*. https://www.eldestapeweb.com/sociedad/territorio/por-primera-vez-la-unq-tendra-lengua-de-senas-argentina-como-materia-optativa-2022812164043

Agrupación de Personas Sordas de Zaragoza y Aragón. (2012). *Estrategias, recursos y conocimientos para poner en práctica con alumnos sordos, y/o con discapacidad auditiva: guía para profesores.* Universidad de Salamanca. https://sid-inico.usal.es/idocs/F8/FDO25200/Guia_Orientativa_para_profesores.pdf

Álava-López, Y. L. (2022). El papel de los entornos virtuales de aprendizaje en la inclusión educativa de estudiantes con discapacidades: Un estudio exploratorio. *Revista Ingenio Global*, *1*(1), 4–14. https://doi.org/10.62943/rig.v1n1.2022.52

Al-Jarrah, A. A. (2018). Development of collaborative virtual learning environments for enhancing deaf people's learning in Jordan. En *Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 1017–1028). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02686-8_76

Ampudia Rueda, V., y Trinidad Delgado, Lourdes Hilda. (2012). Entornos Personales de Aprendizaje: ¿final o futuro de los EVA? *REencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, *63*, 32–39.

Anthology Inc. (s.f.). *Caption video content*. Blackboard. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de https://help.blackboard.com/Learn/Instructor/Original/Accessibility/Caption_Video_Content

Antia, S. D., Jones, P. B., Reed, S., y Kreimeyer, K. H. (2009). Academic status and progress of deaf and hard-of-hearing students in general education classrooms. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *14*(3), 293–311. https://doi.org/10.1093/deafed/enp009

Argentina. (2020). El Ministerio de Educación presentó el programa Seguimos Educando. *Argentina.Gob.Ar*. https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-ministerio-de-educacion-presento-el-programa-seguimos-educando

Argentina. (2023). *Accesibilidad: Técnicas y recomendaciones para garantizar derechos*. Argentina.Gob.Ar. https://www.argentina.gob.ar/andis/accesibilidad-tecnicas-y-recomendaciones-para-garantizar-derechos

Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. W.B. Saunders Company.

Aziz, M., y Othman, A. (2023). Evolution and trends in sign language avatar systems: Unveiling a 40-year journey via systematic review. *Multimodal Technologies and Interaction*, *7*(10), 97. https://doi.org/10.3390/mti7100097

Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, *255*(5044), 556–559. https://doi.org/10.1126/science.1736359

Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice Hall.

Benjamin, R. (2019). *Race after technology: Abolitionist tools for the new jim code*. John Wiley & Sons.

Berrocal de Luna, E., y Megías Ruiz, S. (2015). Indicadores de calidad para la evaluación de plataformas virtuales. *Revista Internacional de Aprendizaje y Cibersociedad*, *19*(2).

BID. (2020). ¿Cómo garantizar la educación inclusiva en emergencia para estudiantes con discapacidad? *La Educación En Tiempos Del Coronavirus: Los Sistemas Educativos de América Latina y El Caribe.* Banco Interamericano de Desarrollo.

BID. (2023, 30 de octubre). BID y Banco Mundial impulsan juntos la transformación digital en educación en América Latina y el Caribe. *BID*. https://www.iadb.org/es/noticias/bid-y-banco-mundial-impulsan-juntos-la-transformacion-digital-en-educacion-en-america

Boi-Dsane, N. A. A. (2024, 17 de septiembre). Being understood: How to expand sign language access for the deaf community. *World Bank Blogs*. https://blogs.worldbank.org/en/nasikiliza/how-to-expand-sign-language-access-for-the-deaf-community-

Borrego Gómez, D., Ruíz Olivares, N., y Cantú Cervantes, D. (2017). Universidades: una transformación necesaria. De la educación presencial a la educación virtual. En *Educación a Distancia Y Tic* (pp. 87–100). Palibrio.

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, *86*(6), 84. https://doi.org/10.5040/9781474282932.0020

Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., … Amodei, D. (2020). *Language Models are Few-Shot Learners*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165

Bruner, J. S. (1960). *The Process of Education* (1ra ed.). Harvard University Press.

Burad, V. (2019). Mariana Reuter, experiencia de vida de una persona sorda. Parte 2 [Video]. En *Desde la Vida. TV Publica Argentina*. https://www.youtube.com/watch?v=sVnvJ1v9MyM

Burbules, N. C. (2014). Ubiquitous Learning and the Future of Teaching. *Teacher Education in a Transnational World* , 177–187. University of Toronto Press. http://www.jstor.org/stable/10.3138/j.ctt1287q56.12.

Cabero-Almenara, J., y Palacios-Rodríguez, A. (2021). La evaluación de la educación virtual: Las e-actividades. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *24*(2), 169–188. https://doi.org/10.5944/ried.24.2.28994

Cabrera, N., y Fernández-Ferrer, M. (2020). Claves para una evaluación en línea. En A. Sangrà (Coord.) (Ed.), *Decálogo para la mejora de la docencia online. Propuestas para educar en contextos presenciales discontinuos* (pp. 63–80). Editorial UOC.

Calderon, R. (2000). Parental involvement in deaf children's education programs as a predictor of child's language, early reading, and social-emotional development. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *5*(2), 140–155. https://doi.org/10.1093/deafed/5.2.140

Canales. (s.f.). *Información para sus maestros. Educar desde el bilingüismo*. Canales. Creciendo enSeñas. Recuperado el 8 de abril de 2024, de https://www.canales.org.ar/situacion_sordos_informacion_maestros.php

Canales. (2013). *El cuidado de la salud de los niños, niñas y adolescentes sordos. Guía de recursos para profesionales de la salud.* Canales.org. https://www.canales.org.ar/archivos/materiales/Guia_recursos_profesionales_salud_mail_2013.pdf

Carbonell, J. (2001). *La aventura de innovar*. Morata.

Cardini, A., Bergamaschi, A., D'Alessandre, V., y Ollivier. (2021). *Educar en tiempos de pandemia. Un nuevo impulso para la transformación del sistema educativo digital en la Argentina*. CIPPEC y BID.

Cassany, D. (2024). (Enseñar a) leer y escribir con inteligencias artificiales generativas: Reflexiones, oportunidades y retos. *Enunciación*, *29*(2), 332. https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/enunc/article/view/22891/20513.

CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines*. Center for Applied Special Technology. https://udlguidelines.cast.org

Cavalcanti, C. M. C. (2024). Design thinking como metodologia de pesquisa para concepção de um ambiente virtual de aprendizagem centrado no usuário. *Anais CIET*, *2*(1). https://ciet.ufscar.br/submissao/index.php/ciet/article/view/1847

Celentano, G., y Salas, P. (2021). Enseñar, interpretar y aprender en entornos virtuales. Conviviendo a partir de la pantalla con hipoacúsicos en las clases. *14º Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias.* 14º Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias, Ensenada, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. https://objects.scraper.bibcitation.com/user-pdfs/2024-12-29/c3f4bd11-bee2-4e32-94bc-6b42050b85a7.pdf

CEPAL. (2020). *Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19*. Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://doi.org/10.18356/9789210054782

CEPAL y UNESCO. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. https://www.cepal.org/es/publicaciones/45904-la-educacion-tiempos-la-pandemia-covid-19

Chakravarty, A. (2024). *Material design data visualizations*. Figma. https://www.figma.com/community/file/1085322940636733141/material-design-data-visualizations

Chiaro, J. (2022, 24 de febrero). La discapacidad en el Censo 2022. *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. https://censo.gob.ar/index.php/la-discapacidad-en-el-censo-2022/

CLADE. (2023). Educación inclusiva en América Latina: Avances y desafíos. En *CLADE*. Campaña Latinoamericana por el Derecho a la Educación. https://orei.redclade.org/wp-content/uploads/2023/02/Informe-RREI_-Educación-inclusiva-y-de-calidad-una-deuda-pendiente-en-América-Latina.pdf

Cooper, A. (1999). *The Inmates are Running the Asylum*. Sams Publishing.

Cooperman, L. (2011). The future of virtual education [Video]. En *TEDxMedellín*. https://www.youtube.com/watch?v=1uWHMdMC8HQ

Corcuff, P. (2008). Figuras de la individualidad: de Marx a las sociologías contemporáneas: Entre clarificaciones científicas y antropologías filosóficas. *Cultura y Representaciones Sociales*, *2*(4), 9–41.

CORDIS. (2019). *aRTIFICIAL iNTELLIGENCE for the Deaf*. Publications Office of the European Union. http://dx.doi.org/10.3030/872139

Cousera. (2021). Impact Report. Serving the world through learning. En *Coursera*. https://about.coursera.org/press/wp-content/uploads/2021/11/2021-Coursera-Impact-Report.pdf

Cruz, A. M. (2019). Escuela especial e inclusión: entre tensiones y construcciones posibles. En G. Sanmartín (Coord.) (Ed.), *Experiencias de inclusión desde la Educación Especial* (pp. 37–60). Noveduc.

CSU. (s.f.). *Aslcartcctransition*. Cleveland State University. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de https://www.csuohio.edu/disability/aslcartcctransition

Cullington, H., Parmar, B., Salorio-Corbetto, M., Mahon, M., Driver, S., Rocca, C., Jiang, D., Levtov, Y., Picinali, L., Arram, E., y Vickers, D. (2024, 22 de mayo). *BEARS (both ears) - Virtual reality training to improve binaural hearing in children with bilateral cochlear implants*. Computational Audiology. https://computationalaudiology.com/bears-both-ears-virtual-reality-training-to-improve-binaural-hearing-in-children-with-bilateral-cochlear-implants/

Dachkovsky, S., Stamp, R., y Sandler, W. (2018). Constructing complexity in a young sign language. *Frontiers in Psychology*, *9*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02202

DeepL. (s.f.). *DeepL Translate: The world's most accurate translator*. DeepL. Recuperado el 9 de enero de 2025, de http://deepl.com

Degioanni, M. J. (2022). Alfabetización de personas Sordas: Aportes en torno a la legislación educativa y la enseñanza de la(s) lengua(s). *El Toldo de Astier*, *13*(24), 43–53. Memoria Académica. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.14461/pr.14461.pdf

Delors, J., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., Kornhauser, A., Manley, M., Quero, M. P., Savané, M.-A., Singh, K., Stavenhagen, R., Won, M., y Nanzhao, Z. (1996). *La educación encierra un tesoro: informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI*. Santillana. http://comclave.educarex.es/pluginfile.php/125/mod_resource/content/3/La%20Educacion%20encierra%20un%20tesoro_InformeDelors.pdf

Designfy.me. (2024). *Kids app - Quiz game*. Figma. https://www.figma.com/community/file/1370409076087270227/kids-app-quiz-game

Deutsch Smith, D., Chowdhuri Tyler, N., Smith, S., y Skow, K. (2017). *Introduction to contemporary special education: New horizons* (2da ed.). Pearson.

Di Niro, F. (2023, 6 de enero). Lengua de señas, la puerta de acceso a más derechos. *Revista Cítrica*. https://revistacitrica.com/derechos-comunicad-sorda-inclusion

Díaz, J., Harari, I., Schiavoni, A., Amadeo, P., Gómez, S., y Osorio, A. (2021). Aportes para pensar la educación en pandemia desde la accesibilidad. *Red de Universidades Con Carreras En Informática*, 171–178. https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/130329

Dillenbourg, P. (1999). *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*. Earli.

Donne, V. (2013). Technology to support sign language for students with disabilities. *Rural Special Education Quarterly*, *32*(4), 24–37. https://doi.org/10.1177/875687051303200404

Downes, S. (2012). *Connectivism and Connective Knowledge. Essays on Meaning and Learning Networks*. Edición de autor. www.downes.ca

Eden, S., y Ingber, S. (2014). Enhancing storytelling ability with virtual environment among deaf and hard-of-hearing children. En *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 386–392). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08599-9_58

Editorial eLearning. (2025, 30 de enero). Tendencias e-learning 2025: Innovaciones que transformarán la educación. *EDITORIAL eLEARNING*. https://editorialelearning.com/blog/tendencias-elearning/

Educ.ar. (2021). El presidente anunció la entrega de 633.000 netbooks. *Educ.Ar*. https://www.educ.ar/noticias/200513/el-presidente-anuncioacute-la-entrega-de-633000-netbooksnbsp

Fachal, A. S. (2024). *Posibilidades Pedagógicas de los Entornos Virtuales 3D en el Acompañamiento del Aprendizaje de Personas con Discapacidad Auditiva* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Informática]. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/174350/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FemiNacida. (2022, 6 de septiembre). Argentina necesita el reconocimiento oficial de la Lengua de Señas. *Feminacida - Periodismo Feminista*. https://www.feminacida.com.ar/argentina-necesita-el-reconocimiento-oficial-de-la-lengua-de-senas/

Ferreyra, A., Guanca, G., Malalel, D., Peralta, M., Ramos, N., Gilabert, A., Ramundo, G., Druetta, J., Coronel, M., Yarza, V., y Cvejanov, S. (2021). Enseñanza de la lengua de señas argentina en educación superior: Experiencias en tiempos de covid. *El Toldo de Astier*, *21*(23), 28–41. En Memoria Académica. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.13046/pr.13046.pdf.

FIAPAS. (2020). *Postura oficial de la CAS sobre la enseñanza de la lengua de señas argentina (LSA)*. Confederación FIAPAS. https://cas.org.ar/wp-content/uploads/2023/10/POSTURA-OFICIAL-DE-LA-CAS-ENSENANZA-DE-LA-LSA.pdf

Figma. (s.f.). *Figma* [Programa de computadora]. Recuperado el 29 de mayo de 2024, de https://www.figma.com

Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.

Fuente, O. (2024, 3 de diciembre). Tendencias del e-Learning y Futuro de la Formación online. *Thinking for Innovation*. https://www.iebschool.com/hub/tendencias-e-learning-innovacion

Fundación Tripartita para la Formación en el Empleo. (2003). *Entornos Virtuales de Aprendizaje: Las nuevas TIC aplicadas a la formación continua en el mundo de habla hispana* (1ra ed.). FTPFE.

Furman, M. (2018). *Guía para criar hijos curiosos: Ideas para encender la chispa del aprendizaje en casa* (1ra ed.). Siglo XXI Editores.

Furman, M. (2021). *Enseñar distinto: Guía para innovar sin perderse en el camino*. Siglo XXI Editores.

Gallaudet University. (s.f.). *New York School for the Deaf, White Plains*. Recuperado el 5 de enero de 2025, de https://gallaudet.edu/museum/exhibits/history-through-deaf-eyes/language-and-identity/

Gallaudet University. (2022a, 6 de marzo). Introducing Connected Gallaudet. *Gallaudet University*. https://gallaudet.edu/gu-press/introducing-connected-gallaudet/

Gallaudet University. (2022b, 3 de octubre). Gallaudet University named Apple Distinguished School for Transforming Education for Deaf Students Through Technological Innovation. *PR Newswire*. https://www.prweb.com/releases/Gallaudet_University_named_Apple_Distinguished_School_for_Transforming_Education_for_Deaf_Students_Through_Technological_Innovation/prweb18933663.htm

Garcia Brustenga, G., y Gómez Cardosa, D. R. (2024, 19 de diciembre). Tendencias en educación para 2025. *Universitat Oberta de Catalunya - El Blog Del eLinC*. https://blogs.uoc.edu/elearning-innovation-center/es/tendencias-en-educacion-para-2025/

Garrison, D. R., Anderson, T., y Archer, W. (1999). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The Internet and Higher Education*, *2*(2–3), 87–105. https://doi.org/10.1016/s1096-7516(00)00016-6

Gehret, A. U., y Elliot, L. B. (2025). Perceptions of e-learning by deaf and hard of hearing students using asynchronous multimedia tutorials. *Educational Technology Research and Development*. https://doi.org/10.1007/s11423-025-10476-z

Germeroth, K. (2023, 21 de febrero). *How to add subtitles and captions to your Moodle courses*. Moodle US. https://moodle.com/us/news/how-to-add-subtitles-and-captions-in-moodle/

Gimeno Sacristán, J., y Pérez Gómez, Á. (1994). *Comprender y transformar la enseñanza* (3ra ed.). Ediciones Morata.

GlobalEC. (2025). Tendencias de E-learning en 2025: Innovación y Retos en un Mundo en Transformación. *Global E-Learning Consulting*. https://globalec.com.mx/tendencias-de-e-learning-en-2025-innovacion-y-retos-en-un-mundo-en-transformacion/

González-Montesino, R. H., y Espada Chavarría, R. M. (2020). Espacios universitarios de aprendizaje inclusivos, bilingües y multimodales: el caso del alumnado sordo signante. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, *13*(25), 70–83.

Goodwin, K. (2011). *Designing for the digital age: How to create human-centered products and services*. John Wiley y Sons.

Google. (s.f.). *Accessibility features in Google for Education*. Google for Education. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de https://edu.google.com/intl/ALL_us/our-values/accessibility/

Google. (2022). *Pin or mute Google Meet participants - Computer*. Google Meet Help. https://support.google.com/meet/answer/7501121?hl=en-419&co=GENIE.Platform%3DDesktop

Google. (2024, 20 de junio). Google Meet adds 52 new languages to translated captions and 11 more languages for closed captions. *Google Workspace Updates*. https://workspaceupdates.googleblog.com/2024/06/more-languages-for-captions-and-translated-captions-in-google-meet.html

Gros Salvat, B. (2011). *Evolución y retos de la educación virtual: Construyendo el e-learning del siglo XXI*. Editorial UOC.

Guàrdia, L. (2020). Diseño de cursos online. En *Decálogo para la mejora de la docencia online* (pp. 45–62). Editorial UOC .

Hallett, V. (2024, 27 de febrero). *Exploring how signing avatars in virtual reality can teach ASL*. Gallaudet University. https://gallaudet.edu/visual-language-visual-learning/exploring-how-signing-avatars-in-virtual-reality-can-teach-asl/

Han, E. (2022, 8 de febrero). *4 stages of design thinking*. Business Insights Blog. https://online.hbs.edu/blog/post/stages-of-design-thinking

Hand Talk. (s.f.). *Hand Talk: Your website accessible in ASL*. Hand Talk - Learn ASL Today. Recuperado el 6 de septiembre de 2024, de https://www.handtalk.me/en/

Hernández Ponce, E. A., López Meralaura, L. I., Mendoza Ledesma, N. V., Mawyin Cevallos, F. A., y Demera Zambrano, A. E. (2022). Los entornos virtuales de aprendizaje EVA como innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de nivelación de carrera en la universidad técnica de Manabí. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *6*(3), 1511–1524. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2309

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, *16*(3), 235–266. https://doi.org/10.1023/b:edpr.0000034022.16470.f3

Hopper, C. H. (2006). *Practicing college learning strategies*. Houghton Mifflin.

Hughes, J. (2025). *Untitled UI Icons – 1,100+ essential Figma icons*. Figma. https://www.figma.com/community/file/1114001199549197320/untitled-ui-icons-1-100-essential-figma-icons

INDEC. (2023). Acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación. EPH. Cuarto trimestre de 2023. *Ciencia y Tecnología*, *8*(1). https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mautic_05_24F87CFE2258.pdf.

INEP. (2025). *Censo Escolar 2024: Divulgação dos resultados.* Ministério da Educação – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). https://download.inep.gov.br/censo_escolar/resultados/2024/apresentacao_coletiva.pdf

INSOR. (s.f.). *Insor educativo*. Recuperado el 8 de enero de 2025, de https://educativo.insor.gov.co

Instructure. (2022, 16 de julio). ¿Cómo agrego subtítulos generados automáticamente a mi archivo multimedia en Canvas Studio? *Instructure Community*. https://community.canvaslms.com/t5/Guía-de-Studio/Cómo-agrego-subtítulos-generados-automáticamente-a-mi-archivo/ta-p/530716

International Organization for Standardization. (2019). *Ergonomics of human-system interaction*. (ISO Standard Nro. 9241-210:2019). https://www.iso.org/standard/77520.html

Jae, H. (2019). The effectiveness of closed caption videos in classrooms: objective versus subjective assessments. *Journal of Instructional Pedagogies*, *Volume 22*. Virginia Commonwealth University.

Jean, P. (1995). *La formación del símbolo en el niño: Imitación, juego y sueño. Imagen y representación*. Fondo de Cultura Economica.

Johansson‐Sköldberg, U., Woodilla, J., y Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: Past, present and possible futures. *Creativity and Innovation Management*, *22*(2), 121–146. https://doi.org/10.1111/caim.12023

Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Editorial Paidós.

Jurafsky, D., y Martin, J. (2008). *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition* (2da ed.). Pearson.

Kalbach, J. (2016). *Mapping Experiences: A Complete Guide to Creating value through journeys, blueprints, and diagrams*. O'Reilly Media, Inc.

Karabiyik, T., Magana, A. J., Parsons, P., y Seah, Y. Y. (2022). Pedagogical approaches for eliciting students' design thinking strategies: Tell-and-practice vs. contrasting cases. *International Journal of Technology and Design Education*, *33*(3), 1087–1119. https://doi.org/10.1007/s10798-022-09757-y

Kelly, R. (s.f.). *User journey template*. Miroverse. Recuperado el 28 de marzo de 2024, de https://miro.com/miroverse/user-journey-miro-template/

Kimbell, L. (2011). Rethinking Design Thinking: Part I. *Design and Culture*, *3*(3), 285–306. https://doi.org/10.2752/175470811x13071166525216

Knoors, H., y Marschark, M. (2014). *Teaching deaf learners: Psychological and developmental foundations*. Oxford University Press.

Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.

Kuhn, K., Kersken, V., Reuter, B., Egger, N., y Zimmermann, G. (2024). *Measuring the accuracy of automatic speech recognition solutions*. arXiv.Org. https://arxiv.org/abs/2408.16287

Kushalnagar, R. (s.f.). *Artificial Intelligence, Accessibility and Sign Language Center*. Gallaudet University; Gallaudet University - Office of Research. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de https://gallaudet.edu/research/artificial-intelligence-accessibility-and-sign-language-center/

Lafourcade, P. (1973). *Evaluación De Los Aprendizajes* (5ta ed.). Kapelusz.

Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, *56*(2), 13–21. https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3

Lewrick, M., Link, P., y Leifer, L. (2020). *The Design Thinking Toolbox: A Guide to Mastering the most popular and valuable innovation methods*. John Wiley & Sons.

Lewrick, M., Thommen, J.-P., y Leifer, L. (2020). *The Design Thinking Life Playbook: Empower yourself, embrace change, and visualize a joyful life*. John Wiley & Sons.

Ley 2.7710/2023 (2023). https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27710-383041/texto

Ley 26.206 de Educación Nacional, Boletín Oficial (2006). https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ley-de-educ-nac-58ac89392ea4c.pdf

Ley 26.378: Aprobación de La Convención Sobre Los Derechos de Las Personas Con Discapacidad, Boletín Oficial (2008). https://www.mpba.gov.ar/files/documents/ley_26.378-2008_Aprueba_CDPD.pdf

Ley 26.653. Accesibilidad de La Información En Las Páginas Web. (2010). https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26653-166361

Libedinsky, M. (2016). *La innovación educativa en la era digital* (1ra ed.). Paidós.

Liedtka, J. (2018). Why design thinking works. *Harvard Business Review*, *96*(5), 72–79.

Lorca, J. (2025, 1 de abril). La pobreza baja en Argentina del 53% al 38% tras el freno a la inflación. *Ediciones EL PAÍS S.L.*https://elpais.com/argentina/2025-03-31/la-pobreza-baja-en-argentina-del-53-al-38-tras-el-freno-a-la-inflacion.html

Lu, P., y Hsiao, S.-W. (2019). Research on product design strategy based on "divergence-convergence." *Proceedings of the 2019 International Conference on Organizational Innovation (ICOI 2019)*. http://dx.doi.org/10.2991/icoi-19.2019.133

Lugo, M. T. (2011). La dirección y las TIC: necesidades y propuestas del directivo escolar para el siglo XXI. En *La Dirección de centros educativos en Iberoamérica* (pp. 104–112). Santillana.

Luo, L., Weng, D., Songrui, G., Hao, J., y Tu, Z. (2022). Avatar interpreter: Improving classroom experiences for deaf and hard-of-hearing people based on augmented reality. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts*. https://doi.org/10.1145/3491101.3519799

Mahajan, S. (2022). *WhatsApp- desktop redesign*. Figma. https://www.figma.com/community/file/1048915684687472577/whatsapp-desktop-redesign

Malzkuhn, M. (s.f.). *Motion light lab (ML2)*. Gallaudet University; Gallaudet University - Academic Affairs. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de https://gallaudet.edu/visual-language-visual-learning/ml2/

Marcelo García, C. (2006). *Manual para la evaluación de la calidad de acciones de formación a través de e-learning*. Grupo de Investigación IDEA. https://www.researchgate.net/publication/256702683_Manual_para_la_evaluacion_de_la_calidad_de_acciones_de_formacion_a_traves_de_e-learning

Marschark, M., Tang, G., y Knoors, H. (2014). *Bilingualism and bilingual deaf education* (Marc Marschark, Gladys Tang, y Harry Knoors, Ed.). Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/bilingualism-and-bilingual-deaf-education-9780199371815?cc=es&lang=en&

Martins, P., Rodrigues, H., Rocha, T., Francisco, M., y Morgado, L. (2015). Accessible Options for Deaf People in e-Learning Platforms: Technology Solutions for Sign Language Translation. *Procedia Computer Science*, *67*, 263–272. https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.270

Mayer, R. (2001). *Multimedia learning* (1ra ed.). Cambridge University Press.

Meresman, S., y Ullmann, H. (2020). *COVID-19 y las personas con discapacidad en América Latina. Mitigar el impacto y proteger derechos para asegurar la inclusión hoy y mañana* (CEPAL, Ed.; Serie Políticas Sociales, Vol. 237). Naciones Unidas. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/dbd86182-73bd-4e28-a13b-e9f2f91f7ce6/content

Microsoft. (2022, 17 de noviembre). Presentamos la vista de lengua de señas para las reuniones de Teams. *News Center Latinoamérica*. https://news.microsoft.com/es-xl/presentamos-la-vista-de-lengua-de-senas-para-las-reuniones-de-teams

Milenio. (2020). *Ponen a disposición intérpretes de lengua de señas para pacientes sordos con covid-19* [Video]. https://www.youtube.com/watch?v=rPSUs4gj3_0

Milgram, P., y Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, *E77-D*(12), 1321–1329. https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays.

Ministerio de Educación de Argentina. (2015). *Nuevas voces, nuevos escenarios: estudios evaluativos sobre el Programa Conectar Igualdad*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/re_nuevas_voces_nuevos_escenarios_estudios_evaluativos_sobre_el_programa_conectar_igualdad_ft.pdf

Miro. (n.d.-a). *Miro*. Recuperado el 3 de junio de 2024, de https://miro.com

Miro. (n.d.-b). *What are the 4 quadrants of an impact effort matrix?* Recuperado el 28 de diciembre de 2024, de https://miro.com/templates/impact-effort-matrix/

Mora, C. E., Martín-Gutiérrez, J., Añorbe-Díaz, B., y González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *13*(2). https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a

Moryossef, A., Tsochantaridis, I., Aharoni, R., Ebling, S., y Narayanan, S. (2020). Real-time sign language detection using human pose estimation. *Computer Vision--ECCV 2020 Workshops: Glasgow, UK, August 23--28, 2020, Proceedings, Part II 16*, 237–248.

Mueller, P. A., y Oppenheimer, D. M. (2014). The pen is mightier than the keyboard. *Psychological Science*, *25*(6), 1159–1168. https://doi.org/10.1177/0956797614524581

Murray, J. J., Hall, W. C., y Snoddon, K. (2019). Education and health of children with hearing loss: The necessity of signed languages. *Bulletin of the World Health Organization*, *97*(10), 711–716. https://doi.org/10.2471/blt.19.229427

Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. Resolución A/RES/61/106.

Naciones Unidas. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Department of Economic and Social Affairs. https://sdgs.un.org/2030agenda

NAD. (s.f.). *Declaración de Posición ante: Educar a los estudiantes de PreK-12 sordos y con pérdida auditiva durante el brote de COVID-19*. National Association of the Deaf. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de https://www.nad.org/declaracion-de-posicion-ante-educar-a-los-estudiantes-de-prek-12-sordos-y-con-perdida-auditiva-durante-el-brote-de-covid-19/

NDC. (2020). *Auto captions and deaf students: Why automatic speech recognition technology is not the answer (yet)*. National Deaf Center. https://nationaldeafcenter.org/news-items/auto-captions-and-deaf-students-why-automatic-speech-recognition-technology-not-answer-yet/

NIDCD. (2017). *Captions for deaf and hard-of-hearing viewers*. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. https://www.nidcd.nih.gov/health/captions-deaf-and-hard-hearing-viewers

Nielsen, J. (1994). 10 usability heuristics for user interface design. *Nielsen Norman Group*. https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/

Niksiar, N., Özverir, İ., y Meghdari, A. F. (2025). The effectiveness of an authentic e-learning environment for deaf learners. *Applied Sciences*, *15*(3), 1568. https://doi.org/10.3390/app15031568

Norman, D. (2013). *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Hachette UK.

Oliveira Neto, A. M. de, Gonzales, D. de F. B., Harada, R. O., y Reis, B. M. D. (2023, 19 de agosto). Use of technologies in the deaf learning process: Libras in remote education. *II INTERNATIONAL SEVEN MULTIDISCIPLINARY CONGRESS*. http://dx.doi.org/10.56238/homeinternationalanais-068

Olsson, S., Dag, M., y Kullberg, C. (2021). Hard of hearing adults' interpersonal interactions and relationships in daily life. *Disabilities*, *1*(2), 71–88. https://doi.org/10.3390/disabilities1020007

Omose, I. (2023, 30 de junio). The role of virtual assistants in improving accessibility for deaf people in Argentina. *Unspoken Language Services*. https://www.unspokenasl.com/aslblogs/the-role-of-virtual-assistants-in-improving-accessibility-for-deaf-people-in-argentina/

OpenAI. (s.f.). *ChatGPT*. (Versión 4.o de Marzo de 2025) [Modelo de Lenguaje Amplio]. Recuperado el 29 de enero de 2025, de https://chatgpt.com

Oviedo, A. (2015). *Argentina, atlas sordo – Cultura Sorda*. https://cultura-sorda.org/argentina-atlas/

Padden, C. A., y Humphries, T. L. (2006). *Inside deaf culture*. Harvard University Press.

Palyanov, V. (2021). *Occamus Video Editor*. Figma. https://www.figma.com/community/file/991274033166018675/occamus-video-editor

Panke, S. (2019). Design thinking in education: Perspectives, opportunities and challenges. *Open Education Studies*, *1*(1), 281–306. https://doi.org/10.1515/edu-2019-0022

Parasnis, I. (1996). On interpreting the deaf experience within the context of cultural and language diversity. En *Cultural and Language Diversity and the Deaf Experience* (pp. 3–19). Cambridge University Press. http://dx.doi.org/10.1017/cbo9781139163804.002

Passig, D., y Eden, S. (2000). Enhancing the induction skill of deaf and hard-of-hearing children with virtual reality technology. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *5*(3), 277–285. https://doi.org/10.1093/deafed/5.3.277

Pérez Alcalá, M. (2009). La comunicación y la interacción en contextos virtuales de aprendizaje. *Apertura*. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68820815003

Perkins, D. (2009). *Making learning whole: How seven principles of teaching can transform education*. John Wiley & Sons.

Piaget, J. (1972). *Psychology and epistemology: Towards a theory of knowledge*. Penguin Books.

Pinto, L. (2019). *Rediseñar la escuela para y con las habilidades del siglo XXI: Documento básico* (1ra ed.). Fundación Santillana.

Plass, J. L., Moreno, R., y Brünken, R. (2010). *Cognitive load theory*. Cambridge University Press.

Plattner, H., Scheer, A., Christine, N., y Meinel, C. (2012). Transforming Constructivist Learning into Action: Design Thinking in education. *Design and Technology Education*, *17*(3), 8–19.

Prado, M. X., Samaniego, R. de L., Delgado, J. C., Acosta, M. T., y González, J. L. (2025). La familia: Un ambiente clave en el aprendizaje en personas estudiantes sordas, en procesos virtuales de educación continua. *Revista Educación*, *49*(1), 1–21. https://doi.org/10.15517/revedu.v49i1.61356

Pray, J. L., y Jordan, I. K. (2010). The deaf community and culture at a crossroads: Issues and challenges. *Journal of Social Work in Disability & Rehabilitation*, *9*(2–3), 168–193. https://doi.org/10.1080/1536710x.2010.493486

Prendes Espinosa, C. (2014). Realidad aumentada y educación: Análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, *46*, 187–203. https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12

Prieto, J. M., del Cerro Muñoz, P., y Sánchez Muñoz, A. (2003). Entornos virtuales de aprendizaje las nuevas tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la formación continua en el mundo de habla hispana. En *Documentos e informes* (Número 2). Fundación Tripartita para la Formación en el Empleo. https://biblioteca.ief.es/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=129288&shelfbrowse_itemnumber=146983

Qian, H., Loizou, P. C., y Dorman, M. F. (2003). A phone-assistive device based on Bluetooth technology for cochlear implant users. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, *11*(3), 282–287. https://doi.org/10.1109/tnsre.2003.816871

Rama Vitale, C. (2019). *Políticas, tensiones y tendencias de la educación a distancia y virtual en América Latina*. EUCASA (Ediciones Universidad Católica de Salta).

Regine. (s.f.). *Niching Down: Online course persona empathy map template*. Miroverse. Recuperado el 28 de agosto de 2024, de https://miro.com/miroverse/niching-down-online-course-persona-empathy-map/

Resolución Nº 1664/17 (2017). https://normas.gba.gob.ar/documentos/Vwy9yXSW.html

Rexach, V. (2012). *Los profesores y maestros frente a la alfabetización tecnológica. ¿Llegamos tarde a la fiesta?* (pp. 1–7). http://cvrecursosdidacticos.com/web/repository/1294407186_Alfabetizacion%20tecnologica-Vera%20Rex.pdf

Rey, M. I., Famularo, R., y Ringuelet, R. (2020). La alteridad compleja de la comunidad sorda argentina. *Revista de Psicología*, *19*(1), 18–31. https://doi.org/10.24215/2422572xe050

Richard, C. (2008). *Enhancing e-learning with media-rich content and interactions*. IGI Global.

Rienzi, B. M. (1990). Influence and adaptability in families with deaf parents and hearing children. *American Annals of the Deaf*, *135*(5), 402–408. https://doi.org/10.2307/44390000

Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Currency.

Rivas, A. (2019). *¿Quién controla el futuro de la educación?* Siglo XXI Editores.

Rodríguez-Correa, P. A., Valencia-Arias, A., Patiño-Toro, O. N., Oblitas Díaz, Y., y Teodori De la Puente, R. (2023). Benefits and development of assistive technologies for Deaf people's communication: A systematic review. *Frontiers in Education*, *8*. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1121597

Roma, M. C. (2021). La accesibilidad en los entornos educativos virtuales: Una revisión sistemática. *Revista Científica Arbitrada de La Fundación MenteClara*, *6*(219). https://doi.org/10.32351/rca.v6.219

Romeu, T. (2020). Cinco estrategias clave para la docencia en línea. En A. Sangrà (Coord.) (Ed.), *Decálogo para la mejora de la docencia online. Propuestas para educar en contextos presenciales discontinuos* (pp. 119–132). Editorial UOC.

Rosales Mejía, M. M. (2014). *Proceso evaluativo: evaluación sumativa, evaluación formativa y Assesment su impacto en la educación actual*. *4*(662). https://www.academia.edu/download/60520610/662_220190907-26539-5gm2uo.pdf

Rourke, L., Anderson, T., Garrison, D. R., y Archer, W. (2001). Assessing social presence in asynchronous text-based computer conferencing. *Journal of Distance Education/Revue de l'enseignement à Distance*, *14*(2).

Ruiz, A. (2022, 24 de febrero). *Diferencias entre la Lengua Oral y la Lengua de Signos*. Blog de Audífono.Es. https://blog.audifono.es/diferencias-entre-la-lengua-oral-y-la-lengua-de-signos/

Ruíz Vallejos, N. (2016). El niño sordo en el aula ordinaria. *Revista Internacional de Apoyo a La Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad.*, 19–32. https://objects.scraper.bibcitation.com/user-pdfs/2024-09-08/ed14fbfa-9b2a-4c59-a968-4cf8010fb562.pdf

Sacks, O. (1989). *Veo una voz*. University of California Press.

Säeef. (2023). *Finebank - Financial management dashboard UI kits*. Figma. https://www.figma.com/community/file/1227525441534506928/finebank-financial-management-dashboard-ui-kits

Saiz, J. (2015). *Evolución del e-Learning*. http://procomun.educalab.es/en/articulos/evolucion-del-e-learning

Sangrà, A. (2020). Enseñar y aprender en línea: superando la distancia social. En *Decálogo para la mejora de la docencia online* (pp. 27–44). Editorial UOC.

Sanmartín, G. (2019a). Inclusión: ¿qué decimos en su nombre? En G. Sanmartín (Coord.) (Ed.), *Experiencias de inclusión desde la Educación Especial* (pp. 23–36). Noveduc.

Sanmartín, G. (2019b). Ser, estar perteneces y aprender. Un ejemplo de enseñanza con niños sordos. En G. Sanmartín (Coord.) (Ed.), *Experiencias de inclusión desde la Educación Especial* (pp. 89–103). Noveduc.

Santos Guerra, M. Á., y de la Rosa Moreno, L. (2019, marzo). Evaluación y discapacidad. De la concepción técnica a la dimensión crítica. *Revista Educación Inclusiva*, 123–140. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/232089/Santos.pdf

SAP. (s.f.). *Design thinking*. SAP Learning. Recuperado el 9 de septiembre de 2024, de https://learning.sap.com/courses/design-thinking

Scardamalia, M., y Bereiter, C. (2006). *Knowledge building*. The Cambridge.

Selwyn, N. (2004). Reconsidering political and popular understandings of the digital divide. *New Media & Society*, *6*(3), 341–362. https://doi.org/10.1177/1461444804042519

Selwyn, N. (2016). *Is technology good for education?* John Wiley & Sons.

Senghas, R. J., y Monaghan, L. (2002). Signs of their times: Deaf communities and the culture of language. *Annual Review of Anthropology*, *31*(1), 69–97. https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.31.020402.101302

Shaver, D. M., Marschark, M., Newman, L., y Marder, C. (2013). Who is where? Characteristics of deaf and hard-of-hearing students in regular and special schools. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *19*(2), 203–219. https://doi.org/10.1093/deafed/ent056

Short, J., Williams, E., y Christie, B. (1976). *The social psychology of telecommunications*. Wiley.

Shukor, A. Z., Miskon, M. F., Jamaluddin, M. H., bin Ali, F., Asyraf, M. F., y bin Bahar, M. B. (2015). A new data glove approach for Malaysian sign language detection. *Procedia Computer Science*, *76*, 60–67.

Siemens, G. (2005). Connectivism. A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, *2*(1).

Simon, H. A. (1969). *Las ciencias de lo artificial* (1ra ed.). The MIT Press.

SITEAL. (2019). *Educación y TIC en América Latina y el Caribe. Avances y desafíos hacia la Agenda 2030*. IIPE-UNESCO. https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_informe_pdfs/siteal_educacion_y_tic_20190607.pdf

Skliar, C. (2003). *La educación de los sordos* . https://www.cultura-sorda.org/wp-content/uploads/2015/03/Skliar_educacion_sordos-2003.pdf

Slavin, R. E., y Johnson, R. T. (1999). *Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica*. Aique Argentina.

Souza, C. L. de C. (2014). *Uso do design thinking na elicitação de requisitos de ambientes virtuais de aprendizagem móvel* [Universidade Federal de Pernambuco]. https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/13938

Souza, T., Pereira, D. V., y Azevedo, C. R. F. de. (2021). Uso do Design Thinking para o Desenvolvimento e Construção de Projetos Educacionais em Saúde utilizando Tecnologias de Informação e Comunicação. *Revista Chronos Urgência*, *1*(1). https://doi.org/10.52572/revchronosurg.v1i1.20

Sutera, M. (2023, 5 de mayo). ¿Cuándo se creó la primera escuela para sordos en Argentina? *Billiken*. https://billiken.lat/interesante/educacion-para-sordos-en-argentina-de-la-primera-escuela-a-la-actualidad/

Swan, K. (2001). Virtual interaction: Design factors affecting student satisfaction and perceived learning in asynchronous online courses. *Distance Education*, *22*(2), 306–331. https://doi.org/10.1080/0158791010220208

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*(2), 257–285. https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7

Tedesco, J. C. (2008). Las TIC en la agenda de la política educativa. En *Las TIC: Del aula a la agenda Política* (pp. 25–30). IIPE–UNESCO.

Tedini, D. (2022a). (Comp.) Orientador 1. En *TP4-15-08: Diseño y Gestión de Entornos Digitales. UAI. Facultad de Tecnología Informática. Maestría en Tecnología Educativa*.

Tedini, D. (2022b). (Comp.) Orientador 3. En *TP4-15-08: Diseño y Gestión de Entornos Digitales*. UAI. Facultad de Tecnología Informática. Maestría en Tecnología Educativa.

Tedini, D. (2022c). (Comp.) Orientador 4. En *TP4-15-08: Diseño y Gestión de Entornos Digitales. UAI. Facultad de Tecnología Informática. Maestría en Tecnología Educativa.*

Thambiraja, B. (2023). *gensignai*. Figma. https://www.figma.com/community/file/1277985116525156366/gensignai

UNESCO. (2015). *Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar une aducación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*. Foro Mundial sobre la Educación, Incheon, Corea del Sur. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_spa.locale=en

UNESCO. (2022). *Global forum against racism and discrimination. Second edition. Outcome document*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386103

UNESCO. (2023). *Education: From disruption to recovery*. UNESCO. https://www.unesco.org/en/covid-19/education-disruption-recovery

UNICEF. (2020). *COVID-19: Are children able to continue learning during school closures?* UNICEF DATA. https://data.unicef.org/resources/remote-learning-reachability-factsheet/

UNICEF. (2021, 10 de noviembre). Hay cerca de 19,1 millones de niños y niñas con discapacidad en América Latina y el Caribe, según análisis estadístico de UNICEF. *Unicef.Org*. https://www.unicef.org/lac/comunicados-prensa/casi-19-millones-ninos-ninas-discapacidad-america-latina-caribe

UNICEF. (2024). Reformas educativas para la inclusión de la comunidad sorda en instituciones educativas en América Latina. En *Modelo Anáhuac Querétaro de Naciones Unidas*. https://anahuacqro.edu.mx/aqmun/wp-content/uploads/2024/01/UNICEF_02.pdf

United Educators. (2021, abril). Even during COVID-19, Gallaudet ensures education is accessible. *United Educators*. https://www.ue.org/risk-management/compliance/covid-19-gallaudet-ensures-education-is-accessible/

Universidad de Murcia. (2014). E-learning: Conceptos clave [Video]. En *TV Universidad de Murcia*. https://tv.um.es/video?id=66471

Universidad Distrital de Colombia [@udistrital]. (2025, 7 de abril). *#AprendeConLaUD || Ya están disponibles son cursos de #CUDU para nuestros docentes.* [Post]. X. https://x.com/udistrital/status/1909353588993749151

Universidad Nacional de la Plata. (2020). *Entornos virtuales para garantizar la enseñanza a estudiantes con discapacidades*. https://unlp.edu.ar/ocultas/coronavirus/entornos-virtuales-para-garantizar-la-ensenanza-a-estudiantes-con-discapacidades-17698-22698/

Uruguay.uy. (s.f.). *Curso "Introducción a la Lengua de Señas Uruguaya y a la Cultura Sorda."* Ministerio de Educación y Cultura. Recuperado el 8 de marzo de 2025, de https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/comunicacion/convocatorias/curso-introduccion-lengua-senas-uruguaya-cultura-sorda

Vazquez, A. (2017, 16 de agosto). Estudio sobre la situación educativa y laboral de sordos. *INVDES*. https://invdes.com.mx/los-investigadores/primer-estudio-la-situacion-educativa-laboral-sordos/

Vercellino, S., y Ocampo González, A. (2024). *Estudios sobre educación inclusiva en Latinoamérica* (1ra ed.). Ediciones CELEI. https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/11240/1/UltimaversionLibroGILEI_FINAL_OFICIAL.pdf

Vogler, C. (2024). *Technology access program*. Gallaudet University; Gallaudet University - Office of Research. https://gallaudet.edu/technology-access-program/

Vogliotti, M., Lapenda, M. E., y Rusell., G. S. (2013). *Un enfoque plurilingüe en la educación de alumnos sordos. Aportes para trabajar las lenguas en la escuela* (1ra ed.). Gobierno de la provincia de Buenos Aires y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/2022-05/2013%20-%20Un%20enfoque%20plurinligue%20en%20la%20educación%20de%20alumnos%20sordos.pdf

Voz de América. (2020, 28 de mayo). Nuevos desafíos para las personas sordas que estudian en línea. *Voz de América*. https://www.vozdeamerica.com/a/salud_eeuu-desafios-educacion-internet-sordos/6063498.html

Vygotsky, L. S., y Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

W3C. (2018). *Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.1*. W3.Org. https://www.w3.org/TR/WCAG21/

Warner Bros. (s.f.). Heads Up! [Programa de computadora]. En *Google Play*. Recuperado el 4 de octubre de 2024, de https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wb.headsup&hl=en-US

Weinstock, R. (2021, 16 de diciembre). Gallaudet University and AppTek announce GoVoBo – the universal automatic captioning and translation application designed to create equality for deaf and hard of hearing users. *Gallaudet University*. https://gallaudet.edu/university-communications/gallaudet-university-and-apptek-announce-govobo-the-universal-automatic-captioning-and-translation-application-designed-to-create-equality-for-deaf-and-hard-of-hearing-users/

Wen, F., Zhang, Z., He, T., y Lee, C. (2021). AI enabled sign language recognition and VR space bidirectional communication using triboelectric smart glove. *Nature Communications*, *12*(1). https://doi.org/10.1038/s41467-021-25637-w

WFD. (2019). *WFD Position Paper on Accessibility: Sign Language Interpreting and translation and technological developments*. World Federation of the Deaf. https://wfdeaf.org/wp-content/uploads/2019/07/WFD-Postion-Paper-on-Accessbility-12-Feb-2019-Updated.pdf

Whiting, J. (2022, diciembre). Captioning and sign language interpretation in zoom: Features and pitfalls. *WebAIM*. https://webaim.org/blog/captioning-interpretation-in-zoom/

Williamson, B. (2018). *Big Data en Educación: El futuro digital del aprendizaje, la política y la práctica*. Ediciones Morata.

Wolfe, R., McDonald, J. C., Hanke, T., Ebling, S., Van Landuyt, D., Picron, F., Krausneker, V., Efthimiou, E., Fotinea, E., y Braffort, A. (2022). Sign language avatars: A question of representation. *Information*, *13*(4), 206. https://doi.org/10.3390/info13040206

Yang, F. C., Mousas, C., y Adamo, N. (2022). Holographic sign language interpreters. *SIGGRAPH '22 Educator's Forum: Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques Conference Educator's Forum*, 1–2. https://web.ics.purdue.edu/~cmousas/papers/conf22-SIGGRAPH-SignAvatar.pdf

Zappalá, D., Köppel, A., y Suchodolski, M. (2011). *Inclusión de tic en escuelas para alumnos con discapacidad intelectual* (1ra ed.). Ministerio de Educación de la Nación. https://www.observatoriodelainfancia.es/ficherosoia/documentos/3510_d_m-intelectuales-1-40.pdf (2011)

Zappalá, D., Köppel, A., y Suchodolski, M. (2011). *Inclusión de TIC en Escuelas para Alumnos Sordos* (1ra ed.). Ministerio de Educación de la Nación. https://www.educ.ar/recursos/71043

Zero Project. (2023, 12 de marzo). *UNICEF's accessible digital textbooks for children with and without disabilities*. Zero Project. https://zeroproject.org/view/project/1f74c6f9-9b7b-472d-9a74-79d8af4a5f2e

Zoom Communications. (s.f.). *Zoom is for Everyone. Accessibility is at the heart of what we do.* Zoom. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de https://www.zoom.com/en/accessibility/

Glosario

ABP: Aprendizaje Basado en Problemas

AI: Inteligencia Artificial

AIASL: Artificial Intelligence, Accessibility and Sign Language

AR: Augmented Reality. También RA: Realidad Aumentada.

ASL: American Sign Language

ASO: Asociación Argentina de Sordo

CAST: Center for Applied Special Technology

CC: Closed Captions

CODA: Child of deaf adults (hijo de padres sordos)

COVID: Coronavirus Disease (enfermedad por coronavirus). También COVID-19.

CVA: Comunidades Virtuales de Aprendizaje

DUA: Diseño Universal para el Aprendizaje

EVA: Entorno Virtual de Aprendizaje. También VLE: Virtual Learning Environment

FOTT: Equipo de formación en línea del profesorado

GIS: Gallaudet Interpretation Service (Servicio de Interpretación de Gallaudet)

GPT: Generative Pretrained Transformer (Transformador generativo pre-entrenado)

HCD: Human-Centered Design (Diseño centrado en los humanos / las personas)

IA: Inteligencia Artificial. También AI: Artificial Intelligence

IAG: Inteligencia Artificial Generativa

INSOR: Instituto Nacional para Sordos

L1 / L2: Lengua primaria / Lengua secundaria

LMS: Learning Management System (Sistemas de Gestión del Aprendizaje)

LS: Lengua de señas

LSA: Lengua de Señas Argentina

LSE: Lengua de Señas Española

MOOC: Massive Open Online Course (Cursos Masivos Abiertos y en Línea)

MR: Mixed Reality. También RM: Realidad Mixta

MVP: Minimum Viable Product (Producto mínimo viable)

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

ONG: Organización no gubernamental

PLE: Personal Learning Environment (Entornos Personales de Aprendizaje)

PLN: Procesamiento del lenguaje natural

RNM: Rasgos no manuales

RV: Realidad Virtual. También VR:Virtual Reality.

SAIL: Signing Avatars & Immersive Learning (Avatares señantes y aprendizaje inmersivo)

TAP: Technology Access Program

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación

UI: User Interface (Interfaz de Usuario)

UK: United Kingdom (Reino Unido)

US: United States (Estados Unidos de América)

UX: User Experience (Experiencia de Usuario)

VLE: Virtual Learning Environment

VR: Virtual Reality. También RV: Realidad Virtual

XR: Extended Reality. También Realidad Extendida

ZDP: Zona de Desarrollo Próximo

Apéndices Digitales

Apéndice A: Detalle de matriz de ideación:
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1YPYMMBB9-FpjuJwbZIuJeGe0idhv3d9B-KHjMSud7zc/

Apéndice B: Uso de Inteligencia Artificial generativa:
https://docs.google.com/document/d/1byIgVWDNl4DjVnz2bzXwIVgfFk7jhvrv9XW5JT5gQSk/

Apéndice C: Tablero digital. Entendimiento y puntos de dolor:
https://miro.com/app/board/uXjVL2ihvtY=/?share_link_id=572539570035

Apéndice D: Tablero digital. User persona:
https://miro.com/app/board/uXjVL0Un8RY=/?share_link_id=202245257552

Apéndice E: Tablero digital. User journeys:
https://miro.com/app/board/uXjVL0QavMY=/?share_link_id=220800515812

Apéndice F: Tablero digital. Ideación:
https://miro.com/app/board/uXjVL0UfY2c=/?share_link_id=92005770263

Apéndice G: Video de interacción del prototipo construido:

MOV: https://drive.google.com/file/d/1G2YN9FayeoybmoG3ThHH8sYxBUyWLFGc/view

MP4: https://drive.google.com/file/d/1Dxd6rrcVTa7HuY0ah6p6kjBzx-oAW_-l/view

Modelo interactivo:
https://www.figma.com/proto/UxJFIEEf85NXAHMsYRBpQw/MTE-MAIN?page-id=66%3A4728&node-id=468-2909&viewport=-2518%2C-5923%2C0.84&t=tMbLN7Oz6ZN7c2im-1&scaling=min-zoom&content-scaling=fixed&starting-point-node-id=468%3A2909
Contraseña de acceso: `Mte2025`