Transmisión lingüística y neurodiversidad en contextos indígenas

Tensiones y condiciones para el diseño de interfaces inclusivas con inteligencia artificial en los Altos de Chiapas

Victor del Carmen Avendaño Porras

Universidad Pedagógica Nacional

Transmisión lingüística y neurodiversidad en contextos indígenas

Tensiones y condiciones para el diseño de interfaces inclusivas con inteligencia artificial en los Altos de Chiapas

Victor del Carmen Avendaño Porras

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

Avendaño Porras, Víctor del Carmen
Transmisión lingüística y neurodiversidad en contextos indígenas: Tensiones y condiciones para el diseño de interfaces inclusivas con inteligencia artificial en los Altos de Chiapas / Víctor del Carmen Avendaño Porras. – 1a ed. – México, 2026.
Libro digital, PDF.
Archivo digital: descarga y consulta en línea.
ISBN: 978-970-96626-8-9

Descriptores: Neurodiversidad. Transmisión lingüística. Inteligencia artificial—Aplicaciones en educación. Interfaces inclusivas. Educación intercultural.

Otros descriptores asignados por la editorial
Inclusión educativa / Educación bilingüe / Diversidad lingüística / Diseño situado / Justicia algorítmica / Interfaces digitales / Altos de Chiapas / Cultura digital / Tecnología educativa

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

Transmisión lingüística y neurodiversidad en contextos indígenas: Tensiones y condiciones para el diseño de interfaces inclusivas con inteligencia artificial en los Altos de Chiapas

Víctor del Carmen Avendaño Porras

Primera edición, 2026
D. R. © 2026, Víctor del Carmen Avendaño Porras
D. R. © 2026, Universidad Pedagógica Nacional
México

ISBN: 978-970-96626-8-9

Libro digital en formato PDF
Archivo digital para descarga y consulta en línea

Esta obra fue sometida a dictamen mediante arbitraje por pares académicos bajo la modalidad de doble ciego.

Algunos derechos reservados.
Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Se permite su descarga, copia y distribución total o parcial por cualquier medio, siempre que se reconozca la autoría y la fuente, no se utilice con fines comerciales y no se realicen obras derivadas.



Para consultar una copia de esta licencia, puede visitarse el sitio oficial de Creative Commons.

La presente obra es responsabilidad intelectual de su autor. El contenido, los argumentos, las interpretaciones y las opiniones expresadas en este libro no necesariamente reflejan la postura de institución alguna.

Catalogación en la publicación
Avendaño Porras, Víctor del Carmen
Transmisión lingüística y neurodiversidad en contextos indígenas: Tensiones y condiciones para el diseño de interfaces inclusivas con inteligencia artificial en los Altos de Chiapas / Víctor del Carmen Avendaño Porras. – 1a ed. – México, 2026.
Libro digital, PDF

Archivo digital: descarga y consulta en línea
ISBN: 978-970-96626-8-9
1. Neurodiversidad.
2. Transmisión lingüística.
3. Inteligencia artificial—Aplicaciones en educación.
4. Interfaces inclusivas.
5. Educación intercultural.

Hecho en México / Made in Mexico

Resumen

Este volumen examina la relación entre transmisión lingüística, neurodiversidad e inteligencia artificial en los Altos de Chiapas a partir de un corpus mixto que integra 358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas. El argumento central sostiene que la tensión principal no es la desaparición abrupta de la lengua originaria, sino el desacople entre oralidad comunitaria, alfabetización escolar e infraestructura digital. Desde una perspectiva histórico-cultural, neuroinclusiva e intercultural crítica, el libro muestra que los entornos de IA no son neutros: privilegian repertorios mayoritarios, escritura estable y trayectorias de uso homogéneas. Los resultados revelan una oralidad resistente, una escritura más frágil, alta valoración afectiva de la lengua y una demanda significativa de materiales digitales breves, auditivos y móviles. En ese marco, la obra propone la noción de vulnerabilidad de interfaz para describir fricciones lingüísticas, cognitivas y tecnológicas que obstaculizan el acceso equitativo. A partir de la evidencia empírica, se traducen hallazgos en principios de diseño: interacción audio-first, andamiaje bilingüe, baja carga cognitiva extrínseca, validación comunitaria, neuroinclusión desde el origen y gobernanza situada de datos. La conclusión general es que la IA solo puede fortalecer la continuidad lingüística si se integra a ecologías escolares y familiares reales, con mediación humana, legitimidad local y criterios de justicia algorítmica.

Palabras clave. neurodiversidad; transmisión lingüística; tsotsil; tseltal; inteligencia artificial; diseño inclusivo; educación intercultural; Chiapas.

Índice general

Resumen III

1. Introducción y marco epistémico **1**
1.1. La pregunta de investigación y la escala del problema 1
1.2. Los Altos de Chiapas como ecología sociolingüística específica 7
1.3. Vygotsky y la mediación semiótica de la lengua . 12
1.4. Feuerstein y la modificabilidad estructural cognitiva 16
1.5. Neurodiversidad como variabilidad legítima . . 20
1.6. Ética de la IA, sesgo y justicia algorítmica 25
1.7. Etnocomputación y diseño pluriversal 29
1.8. Educación intercultural bilingüe y transmisión lingüística 32
1.9. Hacia una noción de vulnerabilidad de interfaz . 36

2. Método y arquitectura de datos **41**
2.1. Diseño metodológico mixto convergente 41
2.2. Descripción del corpus y sus alcances 46
2.3. Instrumentos cuantitativos: variables y codificación 50
2.4. Construcción de índices e hipótesis analíticas . . 55
2.5. Minería de datos y agrupamientos en R 59
2.6. Codificación cualitativa con lógica Atlas.ti 63
2.7. Ética, consentimiento y validez interpretativa . . 67

3. Resultados y visualización científica **73**
3.1. Perfil sociolingüístico de la muestra estudiantil . 73
3.2. Del hogar a la escuela: variación contextual del uso 79
3.3. Oralidad, lectura y escritura: una brecha estructural 83
3.4. Orgullo, vergüenza y discriminación lingüística 87
3.5. Interés en materiales digitales y formatos preferidos 90
3.6. La mediación familiar: continuidad, mezcla y preocupación 95
3.7. Escuela, ciudad y redes: el español como lengua de tránsito 99
3.8. Clústeres de relación con la lengua 104
3.9. Modelo logístico de alta transmisión 108
3.10. Co-ocurrencias temáticas en entrevistas 114

4. Discusión y propuesta de diseño **121**
4.1. Por qué fallan las interfaces dominantes de IA . 121
4.2. Principio 1: interacción audio-first 125
4.3. Principio 2: andamiaje bilingüe y translanguaging 128
4.4. Principio 3: baja carga cognitiva extrínseca . . . 132
4.5. Principio 4: comunidad, prestigio y validación local 135
4.6. Principio 5: neuroinclusión desde el inicio 138
4.7. Gobernanza, datos y política pública 142
4.8. Ruta de implementación para la Secretaría de Educación 145

5. Conclusiones y agenda futura **151**
5.1. Aportes del estudio 151
5.2. Agenda futura de investigación y desarrollo . . 154

Referencias bibliográficas **159**

Índice de figuras

3.1. Uso contextual medio de la lengua originaria por lengua de referencia 77
3.2. Dimensiones de competencia según primera lengua aprendida 78
3.3. Respuesta en español según frecuencia de uso en casa 82
3.4. Preferencia de materiales digitales 93
3.5. Vulnerabilidad de interfaz media por material preferido 94
3.6. Respuesta de hijas e hijos según frecuencia de uso familiar 99
3.7. Distribución de la muestra estudiantil por municipio 103
3.8. Perfiles tipológicos derivados por clustering . . 108
3.9. Modelo logístico de alta transmisión 112
3.10. Indicadores actitudinales y de proyección 113
3.11. Presencia temática por actor entrevistado 117
3.12. Red de co-ocurrencia temática en entrevistas . . 118

Índice de tablas

2.1. Composición del corpus analizado 50
2.2. Indicadores descriptivos clave de la encuesta a estudiantes 54
2.3. Indicadores familiares de transmisión y mediación digital 59
2.4. Medias de los índices por clúster tipológico . . . 63
2.5. Presencia de temas estratégicos por actor entrevistado 67
2.6. Odds ratios del modelo logístico para alta transmisión 71

4.1. Matriz mínima de requerimientos funcionales para un prototipo piloto 149

CAPÍTULO 1

Introducción y marco epistémico

El primer capítulo construye el andamiaje teórico y político del problema. La intención no es adornar el estudio con autores canónicos, sino establecer de qué modo la transmisión lingüística, la neurodiversidad y la inteligencia artificial se coimplican cuando la mediación tecnológica entra en territorios donde la oralidad comunitaria, la alfabetización desigual y la escolarización en español se encuentran bajo tensión constante.

1.1 La pregunta de investigación y la escala del problema

Desde una lectura situada, el apartado sobre planteamiento del problema no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El corpus cuantitativo reúne 358 estudiantes y 210 familias, con predominio de referencia tsotsil (72.1 %) y presencia sustantiva tseltal (27.9 %). Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y peda-

gógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Vygotsky, 1978; Cole, 1996; Crawford, 2021). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Los datos cuantitativos permiten precisar esta discusión. El corpus cuantitativo reúne 358 estudiantes y 210 familias, con predominio de referencia tsotsil (72.1 %) y presencia sustantiva tseltal (27.9 %). Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Las entrevistas densifican lo que la encuesta apenas insinúa. Una voz del corpus lo resume con nitidez: “Creo que no va a desaparecer pronto, pero sí puede debilitarse si solo la hablan las personas mayores.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

A la luz del marco teórico adoptado, planteamiento del problema adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Vygotsky, 1978; Cole, 1996; Crawford, 2021). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental:

funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Mirado frente a otros escenarios multilingües, el caso de los Altos de Chiapas comparte rasgos con otros territorios donde la lengua minoritaria conserva vitalidad comunitaria, pero pierde presencia en la escuela, en la burocracia y en los circuitos digitales. Sin embargo, hay una singularidad importante: la articulación entre tsotsil, tseltal, español regional y movilidad entre comunidad y cabecera genera un repertorio particularmente dinámico. Por eso, los debates internacionales sobre mother tongue education, translanguaging o inclusive AI son útiles, aunque insuficientes si se aplican sin mediación territorial. Aquí la comparación no sirve para importar modelos cerrados, sino para afinar criterios. Lo que en otros lugares se resuelve con más infraestructura escolar, en Chiapas también exige prestigio simbólico, cuidado frente al estigma y materiales que puedan circular entre familia, aula y teléfono móvil. Esta lectura comparada fortalece la idea de que la inclusión debe ser situada y no meramente normativa.

Si la investigación pretende orientar prototipos reales, El problema no es solo preservar una lengua, sino diseñar mediaciones capaces de sostener aprendizaje, pertenencia y continuidad intergeneracional en entornos digitales. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el

horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Desde el punto de vista del prototipo, conviene pensar en piezas concretas. Un primer módulo sería el de navegación asistida: pantallas con pocas opciones, audio en dos lenguas y confirmación de tarea antes de avanzar. Un segundo módulo sería el de práctica lingüística: microlecciones breves, repetición grabable, glosarios contextuales y ejemplos vinculados con escenas comunitarias. Un tercero tendría que ver con el acompañamiento docente y familiar: tablero simple, historial de avances y sugerencias de mediación fuera del aula. Estos módulos no necesitan inteligencia artificial compleja para ser útiles; lo decisivo es que la IA, cuando aparezca, lo haga para adaptar apoyo, no para sustituir interacción humana. Desde esta lógica, el prototipo funciona como dispositivo pedagógico expandido y no como simple chatbot. Esa precisión técnica importa porque ayuda a evitar expectativas desmesuradas y a concentrar la innovación donde realmente agrega valor.

Desde la gestión institucional, este hallazgo interpela directamente a la Secretaría de Educación, a las direcciones escolares y a los equipos de acompañamiento lingüístico. No basta con distribuir recursos digitales si los planteles no cuentan con criterios para decidir cuándo, cómo y con qué objetivos utilizarlos. Se requiere una política de implementación por fases: selección de sedes piloto, formación de docentes, validación comunitaria del léxico, definición de estándares mínimos de accesibilidad y seguimiento de uso real. Además, la política debe reconocer que la continuidad lingüística no depende únicamente de una plataforma; necesita articulación con tareas, proyectos, evaluación y participación familiar. Por eso, la recomendación principal es integrar la interfaz a un ecosistema escolar-comunitario, en

lugar de tratarla como recurso aislado. Solo así el diseño podrá traducirse en una política pública con impacto verificable.

Ahora bien, La dificultad consiste en no romantizar la transmisión ni reducirla a un indicador de uso doméstico; la lengua también necesita infraestructura escolar y tecnológica. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

En la siguiente fase del proyecto, este apartado abre una línea de trabajo que rebasa la mera descripción. La fase siguiente debería combinar pruebas controladas de usabilidad, evaluación de comprensión, análisis de trayectorias de clic, observación situada en aula y entrevistas de seguimiento con estudiantes, familias y docentes. Eso permitiría medir si la arquitectura propuesta reduce error, fatiga y abandono; si mejora la comprensión escrita; y si fortalece el prestigio práctico de la lengua en tareas escolares concretas. También volvería posible comparar versiones de interfaz: una más textual, otra audio-first y una tercera multimodal. El valor de esa agenda futura no es solo técnico. Servirá para decidir si la IA puede convertirse en infraestructura de continuidad lingüística o si, por el contrario, termina repro-

duciendo la misma asimetría que el estudio ha documentado con claridad.

1.2 Los Altos de Chiapas como ecología sociolingüística específica

Conviene subrayar desde el inicio que el apartado sobre territorio, movilidad y ecología sociolingüística no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. La muestra concentra municipios como San Cristóbal de Las Casas, Chamula, Chenalhó, Tenejapa y Teopisca, donde conviven circuitos comunitarios, cabeceras urbanas y trayectorias escolares bilingües desiguales. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (INEGI, 2020; INALI, 2009; Lenkersdorf, 2005). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. La muestra concentra municipios como San Cristóbal de Las Casas, Chamula, Chenalhó, Tenejapa y Teopisca, donde conviven circuitos comunitarios, cabeceras urbanas y trayectorias escolares bilingües desiguales. Al cruzar estas va-

riables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La capa cualitativa complejiza el patrón cuantitativo. Una voz del corpus lo resume con nitidez: “En asambleas, visitas familiares y en la vida cotidiana del pueblo se usa más la lengua originaria.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

En diálogo con la bibliografía de referencia, territorio, movilidad y ecología sociolingüística adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (INEGI, 2020; INALI, 2009; Lenkersdorf, 2005). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Si se contrasta este caso con la literatura internacional, el caso de los Altos de Chiapas comparte rasgos con otros territorios donde la lengua minoritaria conserva vitalidad comunitaria, pero pierde presencia en la escuela, en la burocracia y en los circuitos digitales. Sin embargo, hay una singularidad importante: la articulación entre tsotsil, tseltal, español regional y movilidad entre comunidad y cabecera genera un repertorio particularmente dinámico. Por eso, los debates internacionales sobre mother tongue education, translanguaging o inclusive AI son útiles, aunque insuficientes si se aplican sin mediación territorial. Aquí la comparación no sirve para importar modelos cerrados, sino para afinar criterios. Lo que en otros lugares se resuelve con más infraestructura escolar, en Chiapas también exige prestigio simbólico, cuidado frente al estigma y materiales que puedan circular entre familia, aula y teléfono móvil. Esta

lectura comparada fortalece la idea de que la inclusión debe ser situada y no meramente normativa.

Si la investigación pretende orientar prototipos reales, El diseño de IA debe asumir variación territorial, movilidad cotidiana y diferencias entre contexto comunitario, cabecera municipal y escuela. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Si se traduce a una especificación de software educativo, conviene pensar en piezas concretas. Un primer módulo sería el de navegación asistida: pantallas con pocas opciones, audio en dos lenguas y confirmación de tarea antes de avanzar. Un segundo módulo sería el de práctica lingüística: microlecciones breves, repetición grabable, glosarios contextuales y ejemplos vinculados con escenas comunitarias. Un tercero tendría que ver con el acompañamiento docente y familiar: tablero simple, historial de avances y sugerencias de mediación fuera del aula. Estos módulos no necesitan inteligencia artificial compleja para ser útiles; lo decisivo es que la IA, cuando aparezca, lo haga para adaptar apoyo, no para sustituir interacción humana. Desde

esta lógica, el prototipo funciona como dispositivo pedagógico expandido y no como simple chatbot. Esa precisión técnica importa porque ayuda a evitar expectativas desmesuradas y a concentrar la innovación donde realmente agrega valor.

Con todo, Hablar de 'Los Altos' como un bloque uniforme invisibiliza contrastes internos de prestigio, alfabetización y acceso tecnológico. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

Si se avanza hacia experimentación aplicada, este apartado abre una línea de trabajo que rebasa la mera descripción. La fase siguiente debería combinar pruebas controladas de usabilidad, evaluación de comprensión, análisis de trayectorias de clic, observación situada en aula y entrevistas de seguimiento con estudiantes, familias y docentes. Eso permitiría medir si la arquitectura propuesta reduce error, fatiga y abandono; si mejora la comprensión escrita; y si fortalece el prestigio práctico de la lengua en tareas escolares concretas. También volvería posible comparar versiones de interfaz: una más textual, otra audio-first y una tercera multimodal. El valor de esa agenda futura no es solo técnico. Servirá para decidir si la IA puede convertirse en infraestructura de continuidad lingüística o si,

por el contrario, termina reproduciendo la misma asimetría que el estudio ha documentado con claridad.

1.3 Vygotsky y la mediación semiótica de la lengua

Conviene subrayar desde el inicio que el apartado sobre teoría histórico-cultural no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Que 71.8 % comprenda bien o muy bien la lengua, pero solo 38.0 % lea algo o bien y 30.2 % escriba algo o bien, muestra que las mediaciones disponibles no distribuyen de forma equivalente oralidad y alfabetización. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Vygotsky, 1978, 1986; Wertsch, 1985; Daniels, 2001). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Los datos cuantitativos permiten precisar esta discusión. Que 71.8 % comprenda bien o muy bien la lengua, pero solo 38.0 % lea algo o bien y 30.2 % escriba algo o bien, muestra que las mediaciones disponibles no distribuyen de forma equivalente oralidad y alfabetización. Al cruzar estas variables con los

indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Las entrevistas densifican lo que la encuesta apenas insinúa. Una voz del corpus lo resume con nitidez: “La música, los videos y WhatsApp influyen bastante; casi no escribimos en la lengua, pero sí podría usarse más con audios.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Si se confronta la evidencia con los marcos conceptuales del estudio, teoría histórico-cultural adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Vygotsky, 1978, 1986; Wertsch, 1985; Daniels, 2001). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Comparado con otros contextos de revitalización, el caso de los Altos de Chiapas comparte rasgos con otros territorios donde la lengua minoritaria conserva vitalidad comunitaria, pero pierde presencia en la escuela, en la burocracia y en los circuitos digitales. Sin embargo, hay una singularidad importante: la articulación entre tsotsil, tseltal, español regional y movilidad entre comunidad y cabecera genera un repertorio particularmente dinámico. Por eso, los debates internacionales sobre mother tongue education, translanguaging o inclusive AI son útiles, aunque insuficientes si se aplican sin mediación territorial. Aquí la comparación no sirve para importar modelos cerrados, sino para afinar criterios. Lo que en otros lugares se resuelve con más infraestructura escolar, en Chiapas también exige prestigio simbólico, cuidado frente al estigma y materiales que puedan circular entre familia, aula y teléfono móvil. Esta lectura compa-

rada fortalece la idea de que la inclusión debe ser situada y no meramente normativa.

Traducido al terreno del diseño, Una interfaz situada debe operar como herramienta psicológica adicional: segmentar tareas, sostener memoria de trabajo y convertir la oralidad en puerta de entrada legítima. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Pensado como módulo funcional, conviene pensar en piezas concretas. Un primer módulo sería el de navegación asistida: pantallas con pocas opciones, audio en dos lenguas y confirmación de tarea antes de avanzar. Un segundo módulo sería el de práctica lingüística: microlecciones breves, repetición grabable, glosarios contextuales y ejemplos vinculados con escenas comunitarias. Un tercero tendría que ver con el acompañamiento docente y familiar: tablero simple, historial de avances y sugerencias de mediación fuera del aula. Estos módulos no necesitan inteligencia artificial compleja para ser útiles; lo decisivo es que la IA, cuando aparezca, lo haga para adaptar apoyo, no para sustituir interacción humana. Desde esta lógica, el prototipo

funciona como dispositivo pedagógico expandido y no como simple chatbot. Esa precisión técnica importa porque ayuda a evitar expectativas desmesuradas y a concentrar la innovación donde realmente agrega valor.

Aun así, El riesgo es trasladar la noción de mediación a un simple soporte instrumental, cuando en realidad se trata de reorganizar la experiencia de aprendizaje. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

1.4 Feuerstein y la modificabilidad estructural cognitiva

Desde una lectura situada, el apartado sobre mediación intencional y modificabilidad no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El fuerte deseo de fortalecer la lengua (72.1 %) sugiere plasticidad motivacional y disposición a aprender cuando existen mediadores pertinentes. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión

no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Feuerstein et al., 1979, 1980, 2006; Kozulin & Presseisen, 1995). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La evidencia numérica no deja espacio para interpretaciones simplistas. El fuerte deseo de fortalecer la lengua (72.1 %) sugiere plasticidad motivacional y disposición a aprender cuando existen mediadores pertinentes. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y

desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

El material narrativo confirma que la cuestión no es meramente descriptiva. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Me ayudaría tener talleres, materiales con audio y más espacios para practicar sin pena.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

A la luz del marco teórico adoptado, mediación intencional y modificabilidad adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Feuerstein et al., 1979, 1980, 2006; Kozulin & Presseisen, 1995). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles

procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Llevado a decisiones concretas de producto, El diseño inclusivo debe crear oportunidades de aprendizaje gradual, retroalimentación no punitiva y repetición guiada, más que asumir habilidades fijas. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Cuando se piensa en escalamiento público, este hallazgo interpela directamente a la Secretaría de Educación, a las direcciones escolares y a los equipos de acompañamiento lingüístico. No basta con distribuir recursos digitales si los planteles no cuentan con criterios para decidir cuándo, cómo y con qué objetivos utilizarlos. Se requiere una política de implementación por fases: selección de sedes piloto, formación de docentes, validación comunitaria del léxico, definición de estándares mínimos de accesibilidad y seguimiento de uso real. Además, la política debe reconocer que la continuidad lingüística no depende úni-

camente de una plataforma; necesita articulación con tareas, proyectos, evaluación y participación familiar. Por eso, la recomendación principal es integrar la interfaz a un ecosistema escolar-comunitario, en lugar de tratarla como recurso aislado. Solo así el diseño podrá traducirse en una política pública con impacto verificable.

No obstante, No sería riguroso convertir esta perspectiva en diagnóstico clínico; aquí funciona como marco para pensar entornos modificables. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

1.5 Neurodiversidad como variabilidad legítima

Si el problema se mira sin reduccionismos, el apartado sobre neurodiversidad y variabilidad cognitiva no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. La brecha entre interés digital (67.6 %), lectura en lengua originaria (38.0 %) y escritura (30.2 %) sugiere que muchos usuarios requieren rutas de acceso distintas a la textualidad densa. Ese dato, lejos de agotarse en su

valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Armstrong, 2010, 2012; Kapp, 2020; Pellicano & den Houting, 2022). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. La brecha entre interés digital (67.6 %), lectura en lengua originaria (38.0 %) y escritura (30.2 %) sugiere que muchos usuarios requieren rutas de acceso distintas a la textualidad densa. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales es-

pecíficas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La evidencia testimonial agrega textura social a lo observado en las bases. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "El celular trae casi todo en español, y eso hace que la use menos al escribir. Pero también he visto videos y música que ayudan a escucharla.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

En diálogo con la bibliografía de referencia, neurodiversidad y variabilidad cognitiva adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Armstrong, 2010, 2012; Kapp, 2020; Pellicano & den Houting, 2022). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin

fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

En términos de arquitectura de interfaz, El proyecto asume neurodiversidad como criterio de arquitectura: multimodalidad, ritmo configurable, repetición, audio y trayectorias flexibles. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

En clave de desarrollo tecnológico, conviene pensar en piezas concretas. Un primer módulo sería el de navegación asistida: pantallas con pocas opciones, audio en dos lenguas y confirmación de tarea antes de avanzar. Un segundo módulo sería el de práctica lingüística: microlecciones breves, repetición grabable, glosarios contextuales y ejemplos vinculados con escenas co-

munitarias. Un tercero tendría que ver con el acompañamiento docente y familiar: tablero simple, historial de avances y sugerencias de mediación fuera del aula. Estos módulos no necesitan inteligencia artificial compleja para ser útiles; lo decisivo es que la IA, cuando aparezca, lo haga para adaptar apoyo, no para sustituir interacción humana. Desde esta lógica, el prototipo funciona como dispositivo pedagógico expandido y no como simple chatbot. Esa precisión técnica importa porque ayuda a evitar expectativas desmesuradas y a concentrar la innovación donde realmente agrega valor.

Con todo, Dado que la base no contiene diagnósticos, la discusión se orienta a diseño para la variabilidad humana y no a prevalencias clínicas. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

En el mediano plazo, este apartado abre una línea de trabajo que rebasa la mera descripción. La fase siguiente debería combinar pruebas controladas de usabilidad, evaluación de comprensión, análisis de trayectorias de clic, observación situada en aula y entrevistas de seguimiento con estudiantes, familias y docentes. Eso permitiría medir si la arquitectura propuesta

reduce error, fatiga y abandono; si mejora la comprensión escrita; y si fortalece el prestigio práctico de la lengua en tareas escolares concretas. También volvería posible comparar versiones de interfaz: una más textual, otra audio-first y una tercera multimodal. El valor de esa agenda futura no es solo técnico. Servirá para decidir si la IA puede convertirse en infraestructura de continuidad lingüística o si, por el contrario, termina reproduciendo la misma asimetría que el estudio ha documentado con claridad.

1.6 Ética de la IA, sesgo y justicia algorítmica

Conviene subrayar desde el inicio que el apartado sobre ética y justicia algorítmica no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Los sistemas de IA comerciales suelen privilegiar repertorios lingüísticos mayoritarios, escritura estandarizada y patrones de interacción propios de usuarios altamente alfabetizados. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Gebru et al., 2018; Bender et al., 2021; Noble, 2018; UNESCO, 2021). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de

usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Los datos cuantitativos permiten precisar esta discusión. Los sistemas de IA comerciales suelen privilegiar repertorios lingüísticos mayoritarios, escritura estandarizada y patrones de interacción propios de usuarios altamente alfabetizados. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Cuando se escucha a estudiantes, familias y personas expertas, el fenómeno adquiere espesor. Una voz del corpus lo resume con nitidez: “Me siento bien cuando estoy con gente de la comunidad, pero en la ciudad a veces uno se cuida por miedo a burlas.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada

frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

A la luz del marco teórico adoptado, ética y justicia algorítmica adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Gebru et al., 2018; Bender et al., 2021; Noble, 2018; UNESCO, 2021). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Para una política de diseño verdaderamente inclusiva, En este contexto, la ética de IA debe incorporar protección de datos, representación lingüística y supervisión humana situada. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una he-

rramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

A escala de sistema, este hallazgo interpela directamente a la Secretaría de Educación, a las direcciones escolares y a los equipos de acompañamiento lingüístico. No basta con distribuir recursos digitales si los planteles no cuentan con criterios para decidir cuándo, cómo y con qué objetivos utilizarlos. Se requiere una política de implementación por fases: selección de sedes piloto, formación de docentes, validación comunitaria del léxico, definición de estándares mínimos de accesibilidad y seguimiento de uso real. Además, la política debe reconocer que la continuidad lingüística no depende únicamente de una plataforma; necesita articulación con tareas, proyectos, evaluación y participación familiar. Por eso, la recomendación principal es integrar la interfaz a un ecosistema escolar-comunitario, en lugar de tratarla como recurso aislado. Solo así el diseño podrá traducirse en una política pública con impacto verificable.

Pese a ello, Sin control local, la promesa inclusiva de la IA puede convertirse en otra capa de extracción de datos y normalización cultural. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre

con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

1.7 Etnocomputación y diseño pluriversal

En términos analíticos, el apartado sobre etnocomputación y pluriversalidad no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Los testimonios muestran que los usos legítimos de la lengua se concentran en asambleas, visitas familiares, mercado, música y conversación cotidiana, no en menús abstractos o formularios rígidos. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Escobar, 2018; Smith, 2012; Costanza-Chock, 2020). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias

bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La lectura estadística del corpus vuelve visible una regularidad difícil de ignorar. Los testimonios muestran que los usos legítimos de la lengua se concentran en asambleas, visitas familiares, mercado, música y conversación cotidiana, no en menús abstractos o formularios rígidos. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Leído desde la literatura especializada, etnocomputación y pluriversalidad adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Escobar, 2018; Smith, 2012; Costanza-Chock, 2020). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escri-

tura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Para una política de diseño verdaderamente inclusiva, La interfaz debe emerger de escenas de uso reconocibles: narración, consulta, repetición, apoyo escolar y circulación doméstica de audios. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Aun así, Un diseño que solo traduzca botones sin reconfigurar escenas de uso sigue siendo colonial en su arquitectura. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una prefe-

rencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

Como proyección de investigación, este apartado abre una línea de trabajo que rebasa la mera descripción. La fase siguiente debería combinar pruebas controladas de usabilidad, evaluación de comprensión, análisis de trayectorias de clic, observación situada en aula y entrevistas de seguimiento con estudiantes, familias y docentes. Eso permitiría medir si la arquitectura propuesta reduce error, fatiga y abandono; si mejora la comprensión escrita; y si fortalece el prestigio práctico de la lengua en tareas escolares concretas. También volvería posible comparar versiones de interfaz: una más textual, otra audio-first y una tercera multimodal. El valor de esa agenda futura no es solo técnico. Servirá para decidir si la IA puede convertirse en infraestructura de continuidad lingüística o si, por el contrario, termina reproduciendo la misma asimetría que el estudio ha documentado con claridad.

1.8 Educación intercultural bilingüe y transmisión lingüística

Conviene subrayar desde el inicio que el apartado sobre interculturalidad y política educativa no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Solo 8.7 % reporta uso frecuente de la lengua en la escuela, pese a que 70.9 % la considera útil

para estudiar. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Hamel, 2008; Hornberger, 2008; McCarty & Lee, 2014; Walsh, 2009). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La evidencia numérica no deja espacio para interpretaciones simplistas. Solo 8.7 % reporta uso frecuente de la lengua en la escuela, pese a que 70.9 % la considera útil para estudiar. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica

cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La evidencia testimonial agrega textura social a lo observado en las bases. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Depende mucho del maestro; algunos valoran la lengua y otros trabajan todo en español.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Si se confronta la evidencia con los marcos conceptuales del estudio, interculturalidad y política educativa adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Hamel, 2008; Hornberger, 2008; McCarty & Lee, 2014; Walsh, 2009). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde

la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Para una política de diseño verdaderamente inclusiva, La escuela debe pasar de reconocimiento discursivo a mediación efectiva: materiales, evaluación, producción escrita y uso escolar situado de la lengua. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Pese a ello, La interculturalidad retórica es insuficiente cuando el régimen de evaluación continúa organizado en español. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los

índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

1.9 Hacia una noción de vulnerabilidad de interfaz

Conviene subrayar desde el inicio que el apartado sobre formulación conceptual del índice no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. En la muestra, 59.8 % responde en español al ser interpelado en lengua originaria, 40.8 % reporta vergüenza alguna vez y 48.6 % ha vivido burlas o discriminación. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Norman, 2013; Shneiderman, 2020; Treviranus, 2018). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar

las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Cuando se observan las frecuencias y cruces básicos, aparece un patrón estable. En la muestra, 59.8 % responde en español al ser interpelado en lengua originaria, 40.8 % reporta vergüenza alguna vez y 48.6 % ha vivido burlas o discriminación. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Cuando se escucha a estudiantes, familias y personas expertas, el fenómeno adquiere espesor. Una voz del corpus lo resume con nitidez: “Influyen la pena, las burlas y que casi todo lo escolar está en español.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada

frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Leído desde la literatura especializada, formulación conceptual del índice adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Norman, 2013; Shneiderman, 2020; Treviranus, 2018). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

En perspectiva comparada, el caso de los Altos de Chiapas comparte rasgos con otros territorios donde la lengua minoritaria conserva vitalidad comunitaria, pero pierde presencia en la escuela, en la burocracia y en los circuitos digitales. Sin embargo, hay una singularidad importante: la articulación entre tsotsil, tseltal, español regional y movilidad entre comunidad y cabecera genera un repertorio particularmente dinámico. Por eso, los debates internacionales sobre mother tongue education, translanguaging o inclusive AI son útiles, aunque insuficientes

si se aplican sin mediación territorial. Aquí la comparación no sirve para importar modelos cerrados, sino para afinar criterios. Lo que en otros lugares se resuelve con más infraestructura escolar, en Chiapas también exige prestigio simbólico, cuidado frente al estigma y materiales que puedan circular entre familia, aula y teléfono móvil. Esta lectura comparada fortalece la idea de que la inclusión debe ser situada y no meramente normativa.

En términos de arquitectura de interfaz, Llamamos vulnerabilidad de interfaz al conjunto de fricciones lingüísticas, cognitivas y contextuales que incrementan abandono, error o fatiga al interactuar con tecnologías. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Ahora bien, El índice propuesto es analítico y no clínico; su utilidad reside en priorizar diseño y política, no en etiquetar personas. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad

comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

Hacia un programa más amplio de desarrollo, este apartado abre una línea de trabajo que rebasa la mera descripción. La fase siguiente debería combinar pruebas controladas de usabilidad, evaluación de comprensión, análisis de trayectorias de clic, observación situada en aula y entrevistas de seguimiento con estudiantes, familias y docentes. Eso permitiría medir si la arquitectura propuesta reduce error, fatiga y abandono; si mejora la comprensión escrita; y si fortalece el prestigio práctico de la lengua en tareas escolares concretas. También volvería posible comparar versiones de interfaz: una más textual, otra audio-first y una tercera multimodal. El valor de esa agenda futura no es solo técnico. Servirá para decidir si la IA puede convertirse en infraestructura de continuidad lingüística o si, por el contrario, termina reproduciendo la misma asimetría que el estudio ha documentado con claridad.

CAPÍTULO 2

Método y arquitectura de datos

El segundo capítulo describe el diseño metodológico, la estructura del corpus y la lógica de procesamiento utilizada para convertir los archivos entregados en evidencia interpretativa. Aquí se explican la construcción de índices, la estrategia de clustering, el modelo logístico y la codificación cualitativa compatible con Atlas.ti.

2.1 Diseño metodológico mixto convergente

Desde una lectura situada, el apartado sobre diseño mixto y articulación de evidencias no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El estudio integra dos bases cuantitativas y tres cualitativas, con un total de 47 entrevistas efectivamente disponibles. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que

imagina y de los repertorios que legitima (Creswell & Plano Clark, 2018; Patton, 2015). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Cuando se observan las frecuencias y cruces básicos, aparece un patrón estable. El estudio integra dos bases cuantitativas y tres cualitativas, con un total de 47 entrevistas efectivamente disponibles. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Las entrevistas densifican lo que la encuesta apenas insinúa. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "En mi casa se hablaba la lengua de la comunidad desde que era pequeño/a. Yo fui entendiendo primero y después ya me animé a responder.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón

estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

A la luz del marco teórico adoptado, diseño mixto y articulación de evidencias adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Creswell & Plano Clark, 2018; Patton, 2015). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Para una política de diseño verdaderamente inclusiva, La integración buscó que estadísticas, narrativas y requerimientos de diseño se retroalimentaran en una misma arquitectura explicativa. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal

abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Para un equipo de diseño y programación, conviene pensar en piezas concretas. Un primer módulo sería el de navegación asistida: pantallas con pocas opciones, audio en dos lenguas y confirmación de tarea antes de avanzar. Un segundo módulo sería el de práctica lingüística: microlecciones breves, repetición grabable, glosarios contextuales y ejemplos vinculados con escenas comunitarias. Un tercero tendría que ver con el acompañamiento docente y familiar: tablero simple, historial de avances y sugerencias de mediación fuera del aula. Estos módulos no necesitan inteligencia artificial compleja para ser útiles; lo decisivo es que la IA, cuando aparezca, lo haga para adaptar apoyo, no para sustituir interacción humana. Desde esta lógica, el prototipo funciona como dispositivo pedagógico expandido y no como simple chatbot. Esa precisión técnica importa porque ayuda a evitar expectativas desmesuradas y a concentrar la innovación donde realmente agrega valor.

En términos de política educativa, este hallazgo interpela directamente a la Secretaría de Educación, a las direcciones esco-

lares y a los equipos de acompañamiento lingüístico. No basta con distribuir recursos digitales si los planteles no cuentan con criterios para decidir cuándo, cómo y con qué objetivos utilizarlos. Se requiere una política de implementación por fases: selección de sedes piloto, formación de docentes, validación comunitaria del léxico, definición de estándares mínimos de accesibilidad y seguimiento de uso real. Además, la política debe reconocer que la continuidad lingüística no depende únicamente de una plataforma; necesita articulación con tareas, proyectos, evaluación y participación familiar. Por eso, la recomendación principal es integrar la interfaz a un ecosistema escolar-comunitario, en lugar de tratarla como recurso aislado. Solo así el diseño podrá traducirse en una política pública con impacto verificable.

Con todo, La convergencia no equivale a fusión acrítica: cada componente mantiene su densidad analítica y sus límites inferenciales. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

2.2 Descripción del corpus y sus alcances

Dicho de otra manera, el apartado sobre corpus empírico y delimitación no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. La base estudiantil contiene 358 casos; la de familias, 210; las entrevistas se distribuyen en 22 estudiantes, 15 familias y 10 personas expertas. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Krippendorff, 2018; Saldaña, 2021). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La lectura estadística del corpus vuelve visible una regularidad difícil de ignorar. La base estudiantil contiene 358 casos; la de familias, 210; las entrevistas se distribuyen en 22 estudiantes, 15 familias y 10 personas expertas. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escri-

ba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Cuando se escucha a estudiantes, familias y personas expertas, el fenómeno adquiere espesor. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Si la familia y la escuela la empujan juntas, la lengua puede seguir viva; si no, varios jóvenes la van a ir dejando.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Leído desde la literatura especializada, corpus empírico y delimitación adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Krippendorff, 2018; Saldaña,

2021). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Traducido al terreno del diseño, El corpus permite modelar tensiones de transmisión y disponibilidad digital, así como identificar zonas de diseño prioritario. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Para autoridades educativas y equipos directivos, este hallazgo interpela directamente a la Secretaría de Educación, a

las direcciones escolares y a los equipos de acompañamiento lingüístico. No basta con distribuir recursos digitales si los planteles no cuentan con criterios para decidir cuándo, cómo y con qué objetivos utilizarlos. Se requiere una política de implementación por fases: selección de sedes piloto, formación de docentes, validación comunitaria del léxico, definición de estándares mínimos de accesibilidad y seguimiento de uso real. Además, la política debe reconocer que la continuidad lingüística no depende únicamente de una plataforma; necesita articulación con tareas, proyectos, evaluación y participación familiar. Por eso, la recomendación principal es integrar la interfaz a un ecosistema escolar-comunitario, en lugar de tratarla como recurso aislado. Solo así el diseño podrá traducirse en una política pública con impacto verificable.

No obstante, A diferencia del protocolo original, no se cuenta con una base independiente de métricas directas de interacción con IA ni con 49 entrevistas completas. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

Esta tabla delimita el alcance empírico del libro y muestra con transparencia la arquitectura del corpus. Su presencia temprana

Tabla 2.1: Composición del corpus analizado

Componente	n
Encuesta a estudiantes	358
Encuesta a familias/cuidadoras	210
Entrevistas a estudiantes	22
Entrevistas a familias	15
Entrevistas a personas expertas	10
Total corpus cualitativo	47

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio y en la sistematización analítica reportada en el manuscrito.

es crucial porque permite juzgar desde el inicio la escala, la densidad y las posibilidades de triangulación del estudio.

Leída junto con la advertencia metodológica, la tabla permite valorar con precisión qué afirmaciones del libro descansan en frecuencias robustas y cuáles dependen de interpretación cualitativa densa. Esa transparencia fortalece la credibilidad editorial del manuscrito.

2.3 Instrumentos cuantitativos: variables y codificación

Desde una lectura situada, el apartado sobre instrumentos cuantitativos no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Se recodificaron variables ordinales de comprensión, habla, lectura, escritura, frecuencia de uso, orgullo, vergüenza, utilidad y proyección intergeneracional. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructu-

ra la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Wickham, 2014; Wickham & Grolemund, 2017). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La lectura estadística del corpus vuelve visible una regularidad difícil de ignorar. Se recodificaron variables ordinales de comprensión, habla, lectura, escritura, frecuencia de uso, orgullo, vergüenza, utilidad y proyección intergeneracional. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Cuando se escucha a estudiantes, familias y personas expertas, el fenómeno adquiere espesor. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Servirían videos, lecturas sencillas y actividades

donde también enseñen a escribirla.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Si se confronta la evidencia con los marcos conceptuales del estudio, instrumentos cuantitativos adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Wickham, 2014; Wickham & Grolemund, 2017). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

En un plano comparativo, el caso de los Altos de Chiapas comparte rasgos con otros territorios donde la lengua minoritaria conserva vitalidad comunitaria, pero pierde presencia en la escuela, en la burocracia y en los circuitos digitales. Sin embargo, hay una singularidad importante: la articulación entre tsotsil, tseltal, español regional y movilidad entre comunidad y cabecera genera un repertorio particularmente dinámico. Por eso, los debates internacionales sobre mother tongue education, translanguaging o inclusive AI son útiles, aunque insuficientes si se aplican sin mediación territorial. Aquí la comparación no sirve para importar modelos cerrados, sino para afinar criterios. Lo que en otros lugares se resuelve con más infraestructura escolar, en Chiapas también exige prestigio simbólico, cuidado frente al estigma y materiales que puedan circular entre familia, aula y teléfono móvil. Esta lectura comparada fortalece la idea de que la inclusión debe ser situada y no meramente normativa.

Traducido al terreno del diseño, La recodificación permitió construir índices comparables y detectar gradientes más finos que los descriptivos crudos. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis,

Tabla 2.2: Indicadores descriptivos clave de la encuesta a estudiantes

Indicador	Porcentaje
Comprende bien o muy bien	71.8
Habla con fluidez	44.4
Lee algo o bien	38.0
Escribe algo o bien	30.2
Uso alto en casa	51.4
Uso frecuente en escuela	8.7
Interés en materiales digitales	67.6
Deseo de fortalecer la lengua	72.1

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio y en la sistematización analítica reportada en el manuscrito.

el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Con todo, Los valores ordinales no deben tratarse como escalas perfectas; se utilizaron con cautela y con fines comparativos, no psicométricos. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

La tabla concentra los indicadores descriptivos más sensibles de la muestra estudiantil y, por ello, funciona como bisagra entre

el capítulo metodológico y la apertura de los resultados. Permite ver de un golpe la persistencia de la oralidad y la fragilidad relativa de la alfabetización.

El cruce con las Figuras 1 y 2 muestra que la distancia entre comprensión, habla, lectura y escritura no es un matiz secundario, sino el núcleo empírico del argumento general. La tabla hace visible, en términos compactos, la estructura del desacople que luego se despliega narrativamente.

2.4 Construcción de índices e hipótesis analíticas

Si el problema se mira sin reduccionismos, el apartado sobre índices analíticos no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Se construyeron cinco índices: competencia lingüística, transmisión contextual, actitud/proyección, desplazamiento e índice de vulnerabilidad de interfaz. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Lazar et al., 2017; Nielsen, 1994). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Los datos cuantitativos permiten precisar esta discusión. Se construyeron cinco índices: competencia lingüística, transmisión contextual, actitud/proyección, desplazamiento e índice de vulnerabilidad de interfaz. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Las entrevistas densifican lo que la encuesta apenas insinúa. Una voz del corpus lo resume con nitidez: “Servirían videos, lecturas sencillas y actividades donde también enseñen a escribirla.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato

y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Si se confronta la evidencia con los marcos conceptuales del estudio, índices analíticos adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Lazar et al., 2017; Nielsen, 1994). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Si la investigación pretende orientar prototipos reales, Estos índices permiten traducir datos lingüísticos y escolares en categorías operables para diseño, pilotaje y evaluación futura de interfaces. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social:

voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Ahora bien, Ningún índice agota la complejidad del fenómeno; su valor radica en ordenar patrones y no en reemplazar la observación situada. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

Este cuadro traslada la mirada hacia las familias y muestra que la transmisión no es un resto pasivo, sino una práctica todavía activa, aunque sometida a mezcla, preocupación y mediaciones tecnológicas crecientes. Su función es equilibrar el análisis para que el lector no lea el fenómeno solo desde la escuela.

Cuando se la pone en relación con la Figura 6 y con los extractos del corpus, se aprecia que la familia sigue siendo una mediadora decisiva, pero no autosuficiente. El libro la lee como

Tabla 2.3: Indicadores familiares de transmisión y mediación digital

Indicador familiar	Porcentaje
Dominio principal tsotsil/tseltal	87.6
Uso alto con hijas/hijos	51.0
Percibe apoyo escolar	49.5
Percibe apoyo comunitario	57.6
Medios digitales pueden apoyar	67.1
Apertura a apps/materiales	85.7

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio y en la sistematización analítica reportada en el manuscrito.

infraestructura relacional que necesita soporte escolar, prestigio público y recursos digitales pertinentes.

2.5 Minería de datos y agrupamientos en R

Dicho de otra manera, el apartado sobre analítica cuantitativa y clustering no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El análisis incluyó perfiles tipológicos mediante clustering, cruces por lengua de referencia, variables familiares y un modelo logístico para alta transmisión. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Wickham & Grolemund, 2017; James et al., 2021). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecolo-

gía de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Cuando se observan las frecuencias y cruces básicos, aparece un patrón estable. El análisis incluyó perfiles tipológicos mediante clustering, cruces por lengua de referencia, variables familiares y un modelo logístico para alta transmisión. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La evidencia testimonial agrega textura social a lo observado en las bases. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Creo que no va a desaparecer pronto, pero sí puede debilitarse si solo la hablan las personas mayores.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan

como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

En diálogo con la bibliografía de referencia, analítica cuantitativa y clustering adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Wickham & Grolemund, 2017; James et al., 2021). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Traducido al terreno del diseño, La minería de datos sirve aquí para identificar configuraciones sociolingüísticas diferenciadas y para orientar decisiones de diseño segmentado. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroali-

mentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

No obstante, Los clústeres son descripciones de patrones y no clases ontológicas; deben leerse como mapas, no como esencias. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

La tabla de clústeres ofrece una síntesis comparativa de perfiles sociolingüísticos. No pretende fijar identidades, sino ordenar combinaciones recurrentes que luego pueden traducirse en ru-

Tabla 2.4: Medias de los índices por clúster tipológico

Cluster	Competencia	Transmisión	Actitud	Desplazamiento	Vulnerabilidad
0.0	2.05	2.38	2.03	1.12	1.41
1.0	1.44	2.08	1.71	1.59	2.12
2.0	0.72	0.87	1.82	2.45	2.34
3.0	1.83	1.59	2.17	1.96	1.87

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio y en la sistematización analítica reportada en el manuscrito.

tas de acompañamiento diferenciadas y en decisiones de diseño segmentado.

El cuadro dialoga directamente con la Figura 8 y prepara la discusión del capítulo 4. En conjunto, ambos recursos evitan soluciones uniformes y ayudan a pensar rutas de uso adaptadas a perfiles diferenciados de competencia, transmisión y vulnerabilidad.

2.6 Codificación cualitativa con lógica Atlas.ti

En términos analíticos, el apartado sobre análisis cualitativo y patrones de tensión no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. La codificación abierta y axial permitió concentrar el corpus en familias temáticas recurrentes: familia/abuelos, escuela/español, vergüenza/discriminación, digital/audio/video, lectura/escritura y comunidad/prestigio. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que nin-

guna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Braun & Clarke, 2006; Charmaz, 2014; Saldaña, 2021). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Cuando se observan las frecuencias y cruces básicos, aparece un patrón estable. La codificación abierta y axial permitió concentrar el corpus en familias temáticas recurrentes: familia/abuelos, escuela/español, vergüenza/discriminación, digital/audio/video, lectura/escritura y comunidad/prestigio. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La capa cualitativa complejiza el patrón cuantitativo. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Cuando era pequeño/a predominaba la lengua de la comunidad con los mayores; ahora las dos lenguas están presentes, aunque el español pesa más

en la escuela.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Desde la teoría histórico-cultural y los estudios críticos sobre tecnología, análisis cualitativo y patrones de tensión adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Braun & Clarke, 2006; Charmaz, 2014; Saldaña, 2021). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Llevado a decisiones concretas de producto, Atlas.ti se usó como lógica de organización: segmentar, comparar, agrupar y leer co-ocurrencias de códigos relevantes para interfaz y política educativa. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Pese a ello, La codificación no buscó saturación teórica universal, sino densidad interpretativa suficiente para un diseño situado. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite

Tabla 2.5: Presencia de temas estratégicos por actor entrevistado

Actor	Familia/ abuelos	Escuela/ español	Vergüenza/ discri-mina-ción	Digital/ au-dio/video	Lectura/ escritu-ra	Comunidad/ presti-gio
Expertos	10	10	7	10	8	10
Familias	15	15	12	14	6	13
Estudiantes	22	22	15	22	18	21

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio y en la sistematización analítica reportada en el manuscrito.

distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

La tabla cualitativa pone en evidencia que los actores no nombran las mismas tensiones con la misma intensidad. Su ubicación en el capítulo metodológico justifica el paso posterior hacia la lectura de co-ocurrencias y refuerza la idea de que el problema debe analizarse como ensamblaje de voces.

Su lectura cruzada con la Figura 11 refuerza la necesidad de no privilegiar una sola perspectiva interpretativa. La tabla muestra dónde se concentra cada tensión y, por tanto, orienta mejor las prioridades de co-diseño, formación docente y acompañamiento comunitario.

2.7 Ética, consentimiento y validez interpretativa

En términos analíticos, el apartado sobre ética de investigación no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El estudio trabaja con información sensible en tanto articula identidad lingüística, trayectorias escolares, discriminación y mediación tecnológica. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están

organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (UNESCO, 2021; Floridi et al., 2018; Smith, 2012). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Los datos cuantitativos permiten precisar esta discusión. El estudio trabaja con información sensible en tanto articula identidad lingüística, trayectorias escolares, discriminación y mediación tecnológica. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo

que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La capa cualitativa complejiza el patrón cuantitativo. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Cuando salgo de la comunidad uso más español porque a veces me da pena equivocarme.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Si se confronta la evidencia con los marcos conceptuales del estudio, ética de investigación adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (UNESCO, 2021; Floridi et al., 2018; Smith, 2012). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir

carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Si la investigación pretende orientar prototipos reales, Se privilegió el principio de datos mínimos, anonimización y lectura no patologizante del material empírico. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Ahora bien, Una investigación de este tipo debe resistir la tentación de traducir toda diferencia sociolingüística en déficit individual. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibi-

Tabla 2.6: Odds ratios del modelo logístico para alta transmisión

param	or	p	low	high
Actitud	0.412	0.096	0.145	1.17
Desplazamiento	0.012	0.0	0.004	0.037
Edad	1.028	0.853	0.765	1.383
Madre	1.533	0.099	0.923	2.546
Padre	0.661	0.09	0.41	1.067
Abuelos	1.063	0.717	0.765	1.476
Lectura	2.218	0.0	1.511	3.258
Escritura	2.726	0.0	1.882	3.948

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio y en la sistematización analítica reportada en el manuscrito.

lidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

El cuadro de odds ratios resume el modelamiento estadístico de los factores asociados a alta transmisión. Su lugar en el libro es estratégico porque condensa qué variables merecen prioridad analítica y de intervención, siempre recordando el carácter asociativo - y no causal - de la estimación.

La tabla adquiere especial fuerza cuando se contrasta con los datos descriptivos y con la Figura 9. Allí se observa que el peso relativo de la lectura, la escritura y el desplazamiento confirma una hipótesis central del libro: la continuidad lingüística depende de mediaciones múltiples y no de una sola variable de identidad.

CAPÍTULO 3

Resultados y visualización científica

El tercer capítulo presenta los hallazgos empíricos y su visualización científica. Se organizan los resultados en torno a perfiles de competencia, transmisión contextual, actitudes, mediación familiar, presión del español, demanda digital y vulnerabilidad de interfaz.

3.1 Perfil sociolingüístico de la muestra estudiantil

Dicho de otra manera, el apartado sobre perfil general de estudiantes no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El 71.8 % comprende bien o muy bien la lengua originaria, pero solo 44.4 % la habla con fluidez, 38.0 % la lee al menos en algún grado y 30.2 % la escribe. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la

autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Fishman, 1991; Hinton et al., 2018). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Los datos cuantitativos permiten precisar esta discusión. El 71.8 % comprende bien o muy bien la lengua originaria, pero solo 44.4 % la habla con fluidez, 38.0 % la lee al menos en algún grado y 30.2 % la escribe. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Cuando se escucha a estudiantes, familias y personas expertas, el fenómeno adquiere espesor. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Cuando era pequeño/a predominaba la lengua de la comunidad con los mayores; ahora las dos lenguas están

presentes, aunque el español pesa más en la escuela.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Desde la teoría histórico-cultural y los estudios críticos sobre tecnología, perfil general de estudiantes adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Fishman, 1991; Hinton et al., 2018). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Si la investigación pretende orientar prototipos reales, El hallazgo más sólido es una oralidad resistente con alfabetización frágil; cualquier IA educativa debe partir de ese desequilibrio constitutivo. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Con todo, Tomar la comprensión como sinónimo de dominio pleno llevaría a sobreestimar la capacidad real de interacción textual. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite

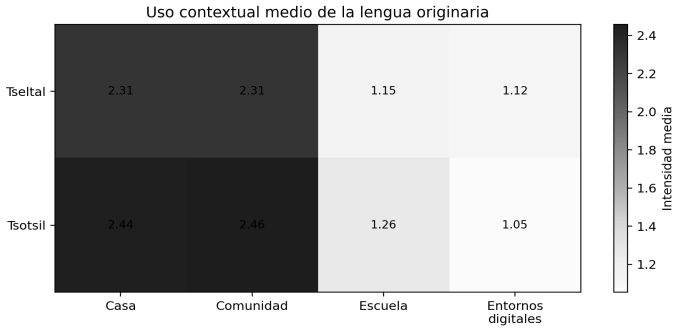


Figura 3.1: Uso contextual medio de la lengua originaria por lengua de referencia

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

El gradiente descendente al pasar de casa y comunidad hacia escuela y entornos digitales es uno de los hallazgos estructurales del estudio.

La figura organiza cuatro contextos de uso - casa, comunidad, escuela y entornos digitales - para mostrar el gradiente de desplazamiento lingüístico. Su valor reside en hacer visible que la continuidad no se rompe de manera uniforme: resiste con más fuerza en la vida doméstica y comunitaria, pero pierde espesor en los espacios escolarizados y en las ecologías digitales.

Leída junto con los testimonios cualitativos y con la Tabla 2, la imagen confirma que la comprensión y el apego afectivo a la lengua no bastan por sí solos para sostener su circulación plena. El hallazgo justifica que cualquier interfaz educativa incorpore escenas de uso situadas y no solo repositorios de contenidos descontextualizados.

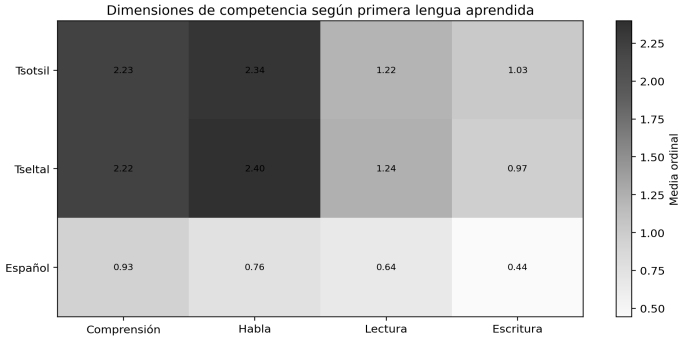


Figura 3.2: Dimensiones de competencia según primera lengua aprendida

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

La comprensión se mantiene relativamente alta incluso cuando lectura y escritura muestran rezagos importantes.

Esta visualización compara comprensión, habla, lectura y escritura en función de la primera lengua aprendida. Su principal aporte es separar con claridad la competencia oral de la alfabetización, evitando el error frecuente de asumir que quien comprende o habla una lengua también puede leerla y escribirla con la misma solvencia.

El cruce con los capítulos teóricos permite leer la brecha como un problema de mediación y no como déficit individual. Para el diseño de IA, esto obliga a priorizar rutas de entrada audio-first, andamiajes de escritura progresiva y apoyos multimodales que reduzcan la fricción cognitiva en los primeros niveles de interacción.

3.2 Del hogar a la escuela: variación contextual del uso

Conviene subrayar desde el inicio que el apartado sobre variación contextual no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El uso alto de la lengua se concentra en casa (51.4 %) y comunidad (51.4 %), pero cae drásticamente en la escuela, donde solo 8.7 % reporta uso frecuente. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (UNESCO, 2003; Hamel, 2008; McCarty, 2013). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. El uso alto de la lengua se concentra en casa (51.4 %) y comunidad (51.4 %), pero cae drásticamente en la escuela, donde solo 8.7 % reporta uso frecuente. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato

no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La evidencia testimonial agrega textura social a lo observado en las bases. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Cuando era pequeño/a predominaba la lengua de la comunidad con los mayores; ahora las dos lenguas están presentes, aunque el español pesa más en la escuela.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Leído desde la literatura especializada, variación contextual adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca

es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (UNESCO, 2003; Hamel, 2008; McCarty, 2013). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

En términos de arquitectura de interfaz, La escuela aparece como cuello de botella de transmisión; por ello la interfaz debe ser co-diseñada con docentes y no circular solo como recurso extraescolar. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño

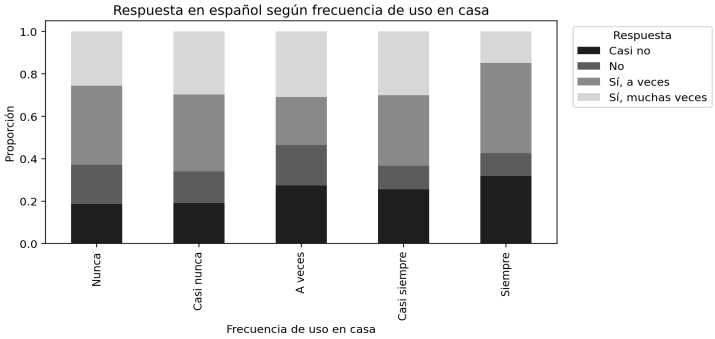


Figura 3.3: Respuesta en español según frecuencia de uso en casa

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Con todo, La caída del uso escolar no implica rechazo de la lengua, sino ausencia de infraestructura pedagógica suficiente. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

La gráfica sugiere que el uso doméstico amortigua, pero no elimina, la respuesta en español.

La figura muestra la relación entre la práctica lingüística doméstica y la tendencia a responder en español cuando la interacción se desplaza fuera del hogar. No propone una causalidad simple; más bien sugiere un amortiguador sociolingüístico cuya eficacia depende de la continuidad entre hogar, escuela, comunidad y repertorios digitales.

El valor analítico de esta figura aparece con más nitidez cuando se contrasta con la discusión sobre translanguaging y con la presión del español en trayectorias de movilidad. La interfaz no debe castigar la mezcla ni exigir purezas irreales; debe acompañar transiciones y ofrecer soportes que fortalezcan la lengua originaria en situaciones de uso real.

3.3 Oralidad, lectura y escritura: una brecha estructural

Si el problema se mira sin reduccionismos, el apartado sobre brecha entre oralidad y alfabetización no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. La distancia entre habla fluida (44.4 %), lectura (38.0 %) y escritura (30.2 %) confirma que la escritura sigue siendo el eslabón más frágil de la transmisión. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Hornberger, 2008; UNESCO, 2016; De Houwer, 2009). Por eso, este capítulo asume que la transmi-

sión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. La distancia entre habla fluida (44.4 %), lectura (38.0 %) y escritura (30.2 %) confirma que la escritura sigue siendo el eslabón más frágil de la transmisión. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La capa cualitativa complejiza el patrón cuantitativo. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Leer y escribir la lengua sigue siendo un terreno desigual; muchos jóvenes la hablan, pero no han tenido experiencias formales de escritura.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que

la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Desde la teoría histórico-cultural y los estudios críticos sobre tecnología, brecha entre oralidad y alfabetización adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Hornberger, 2008; UNESCO, 2016; De Houwer, 2009). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Traducido al terreno del diseño, El prototipo de interfaz debe usar la escucha y la repetición como vía de entrada, incorporando escritura asistida y glosarios progresivos. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio

como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Aun así, Forzar alfabetización escrita temprana a través de menús complejos puede aumentar frustración y abandono. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

3.4 Orgullo, vergüenza y discriminación lingüística

Dicho de otra manera, el apartado sobre actitudes, estigma y prestigio no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Aunque 79.1 % expresa orgullo alto, 40.8 % reconoce vergüenza alguna vez y 48.6 % reporta experiencias de burla o discriminación. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Benjamin, 2019; Walsh, 2009; Skutnabb-Kangas & Phillipson, 1994). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. Aunque 79.1 % expresa orgullo alto, 40.8 % reconoce vergüenza alguna vez y 48.6 % reporta experiencias de burla o discriminación. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su

magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Desde la teoría histórico-cultural y los estudios críticos sobre tecnología, actitudes, estigma y prestigio adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Benjamin, 2019; Walsh, 2009; Skutnabb-Kangas & Phillipson, 1994). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

En términos de arquitectura de interfaz, Una interfaz inclusiva debe funcionar también como infraestructura de prestigio, no solo como herramienta utilitaria. Esto implica abandonar el pa-

radigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Aun así, El orgullo declarado puede convivir con reserva estratégica; las métricas actitudinales requieren lectura contextual. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

3.5 Interés en materiales digitales y formatos preferidos

Si el problema se mira sin reduccionismos, el apartado sobre demanda digital y multimodalidad no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El 67.6 % manifiesta interés directo en materiales digitales, con preferencia por apps móviles, videos cortos, audiocuentos y diccionarios con audio. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Preece et al., 2015; Norman, 2013; W3C, 2023). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Los datos cuantitativos permiten precisar esta discusión. El 67.6 % manifiesta interés directo en materiales digitales, con preferencia por apps móviles, videos cortos, audiocuentos y diccionarios con audio. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en

su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Cuando se escucha a estudiantes, familias y personas expertas, el fenómeno adquiere espesor. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "La música, los videos y WhatsApp influyen bastante; casi no escribimos en la lengua, pero sí podría usarse más con audios.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Desde la teoría histórico-cultural y los estudios críticos sobre tecnología, demanda digital y multimodalidad adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incor-

porar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Preece et al., 2015; Norman, 2013; W3C, 2023). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Llevado a decisiones concretas de producto, La demanda apunta hacia una arquitectura multimodal y audio-first, no hacia digitalización plana de cuadernos impresos. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al

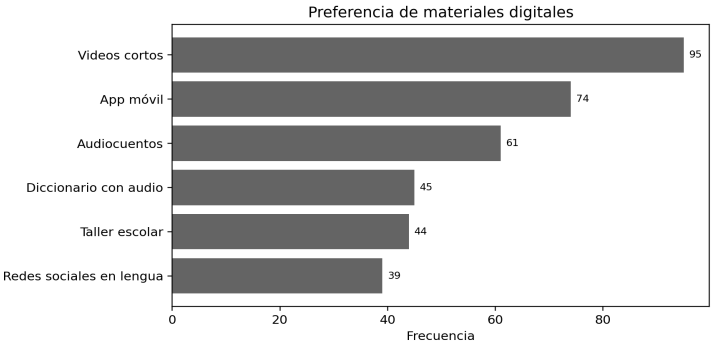


Figura 3.4: Preferencia de materiales digitales

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Con todo, Interés digital no equivale a usabilidad efectiva; se requieren pruebas con prototipos reales y conectividad variable. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

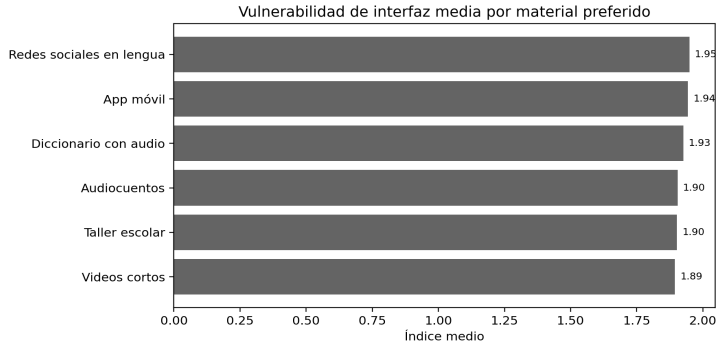


Figura 3.5: Vulnerabilidad de interfaz media por material preferido

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

Las preferencias se concentran en formatos breves, auditivos y móviles, lo que refuerza la pertinencia de una arquitectura multimodal.

Esta figura sintetiza las preferencias declaradas por estudiantes respecto de los soportes digitales. Su importancia rebasa el plano descriptivo porque orienta decisiones concretas de arquitectura de interfaz: longitud de las lecciones, densidad textual, necesidad de audio, y pertinencia de formatos móviles, breves y repetibles.

Leída con la evidencia cualitativa, la figura muestra que el interés digital existe, pero no debe confundirse con una disposición automática a usar cualquier recurso. Para que la adopción sea significativa, los materiales deben estar culturalmente situados, ser técnicamente livianos y respetar la lógica de uso cotidiana de estudiantes y familias.

Las elecciones de formato dialogan con distintos niveles de vulnerabilidad de interfaz y deben considerarse en el prototipado.

La figura cruza formatos preferidos con un índice proxy de vulnerabilidad de interfaz, construido a partir de escritura, lectu-

ra, desplazamiento, presencia escolar de la lengua y vergüenza. Con ello permite pasar de la intuición general sobre accesibilidad a una lectura diferenciada de los puntos donde la interacción tecnológica puede volverse excluyente.

Su utilidad estratégica es doble. Primero, ayuda a priorizar formatos pedagógicos con menor costo de entrada; segundo, muestra que la accesibilidad no puede tratarse como una capa estética añadida al final. La vulnerabilidad debe orientar desde el inicio la secuencia de navegación, la cantidad de texto por pantalla y el peso relativo del audio y la imagen.

3.6 La mediación familiar: continuidad, mezcla y preocupación

Si el problema se mira sin reduccionismos, el apartado sobre papel de las familias no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Entre familias, 87.6 % domina mejor tsotsil o tseltal, 51.0 % usa la lengua con alta frecuencia con hijas e hijos y 85.7 % se muestra abierto a apps o materiales digitales. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Fishman, 1991; De Houwer, 2009; Hinton, 2001). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de

usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La evidencia numérica no deja espacio para interpretaciones simplistas. Entre familias, 87.6 % domina mejor tsotsil o tseltal, 51.0 % usa la lengua con alta frecuencia con hijas e hijos y 85.7 % se muestra abierto a apps o materiales digitales. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La evidencia testimonial agrega textura social a lo observado en las bases. Una voz del corpus lo resume con nitidez: “Con hijas e hijos usamos una mezcla, aunque procuro dirigirme en tseltal para que no se pierda.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es

que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Desde la teoría histórico-cultural y los estudios críticos sobre tecnología, papel de las familias adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Fishman, 1991; De Houwer, 2009; Hinton, 2001). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Traducido al terreno del diseño, Las familias no aparecen como obstáculo a la innovación, sino como mediadoras críticas para legitimarla. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera

que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

No obstante, La apertura familiar convive con temor a que lo digital desplace más español si no se diseña con intencionalidad lingüística. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

La mediación familiar sigue siendo decisiva, pero no sustituye la necesidad de apoyo escolar y digital.

La figura explora la relación entre uso familiar de la lengua y forma de respuesta de las nuevas generaciones. Se trata de una imagen clave para el libro porque pone en primer plano la mediación cotidiana del hogar como infraestructura de continui-

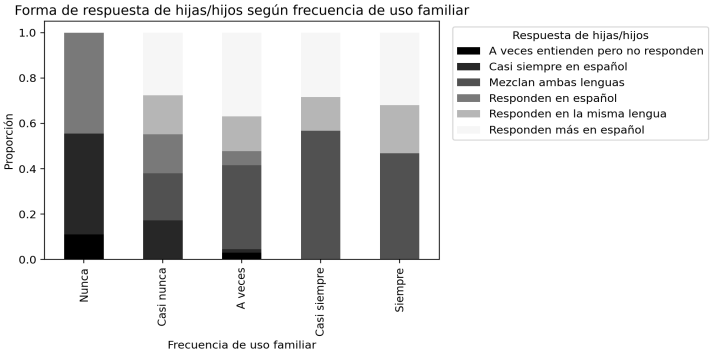


Figura 3.6: Respuesta de hijas e hijos según frecuencia de uso familiar

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

dad, sin idealizarla ni presentarla como sustituto de la escuela o de los entornos digitales.

El cruce con la Tabla 3 muestra que la familia sigue siendo el núcleo más robusto de transmisión, pero también que su esfuerzo puede volverse frágil cuando no encuentra apoyo escolar, prestigio público ni recursos tecnológicos adecuados. La consecuencia editorial y política es clara: la mediación digital debe diseñarse para acompañar a las familias, no para desplazarlas.

3.7 Escuela, ciudad y redes: el español como lengua de tránsito

Desde una lectura situada, el apartado sobre presión del español en trayectorias de movilidad no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El 59.8 % responde en español cuando se le habla en lengua originaria, especialmente en trayectorias atravesadas por escuela, cabecera municipal y redes sociales. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la

relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (García & Wei, 2014; Canagarajah, 2013; Suárez-Orozco & Suárez-Orozco, 2001). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La lectura estadística del corpus vuelve visible una regularidad difícil de ignorar. El 59.8 % responde en español cuando se le habla en lengua originaria, especialmente en trayectorias atravesadas por escuela, cabecera municipal y redes sociales. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para

fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La evidencia testimonial agrega textura social a lo observado en las bases. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "En la cabecera y en redes sociales uso más español porque en la cabecera casi todo se hace en español.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

A la luz del marco teórico adoptado, presión del español en trayectorias de movilidad adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (García & Wei, 2014; Canagarajah, 2013; Suárez-Orozco & Suárez-Orozco, 2001). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad

lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Para una política de diseño verdaderamente inclusiva, La IA debe permitir translanguaging funcional y no obligar a una pureza lingüística artificial desconectada de la vida cotidiana. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Con todo, Confundir mezcla lingüística con pérdida total impediría diseñar apoyos realistas. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son he-

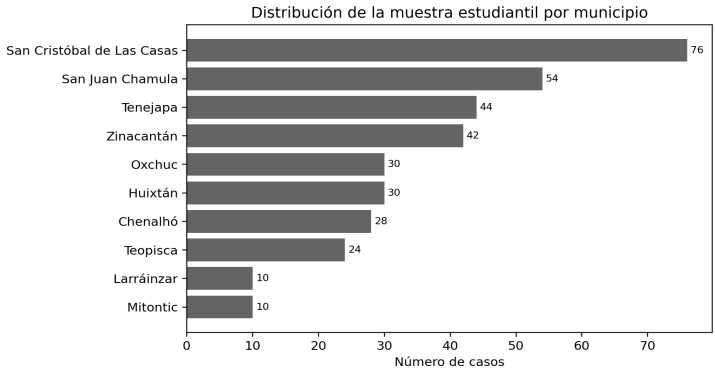


Figura 3.7: Distribución de la muestra estudiantil por municipio

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

rramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

La heterogeneidad territorial impide imaginar una sola trayectoria lingüística o tecnológica para toda la región.

La distribución territorial de la muestra evita que el lector confunda Los Altos de Chiapas con un bloque homogéneo. La figura restituye escala geográfica al análisis y recuerda que las trayectorias lingüísticas, escolares y tecnológicas están condicionadas por diferencias municipales, circuitos de movilidad y densidades institucionales desiguales.

Su lectura debe ponerse en relación con la discusión sobre ecología sociolingüística específica. Solo así se comprende por qué un mismo prototipo no puede implementarse como si toda la región compartiera idénticas condiciones de alfabetización, conectividad o prestigio lingüístico. La territorialidad es aquí una variable sustantiva, no un telón de fondo.

3.8 Clústeres de relación con la lengua

En términos analíticos, el apartado sobre tipologías derivadas del clustering no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El clustering distingue perfiles de transmisión robusta, oralidad resistente con baja escritura, disposición digital con alto desplazamiento y configuraciones intermedias de vulnerabilidad. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (James et al., 2021; Wickham & Grolemund, 2017). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La lectura estadística del corpus vuelve visible una regularidad difícil de ignorar. El clustering distingue perfiles de transmi-

sión robusta, oralidad resistente con baja escritura, disposición digital con alto desplazamiento y configuraciones intermedias de vulnerabilidad. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La evidencia testimonial agrega textura social a lo observado en las bases. Una voz del corpus lo resume con nitidez: “En mi casa se hablaba la lengua de la comunidad desde que era pequeño/a. Yo fui entendiendo primero y después ya me animé a responder.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha,

repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Leído desde la literatura especializada, tipologías derivadas del clustering adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (James et al., 2021; Wickham & Grolemund, 2017). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Llevado a decisiones concretas de producto, Segmentar perfiles permite imaginar rutas diferenciadas de interfaz, seguimiento y tutoría escolar. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y

una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Pese a ello, Los clústeres no sustituyen la lectura biográfica; ayudan a orientar prototipos, no a cerrar identidades. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

Los clústeres organizan combinaciones distintas de competencia, transmisión, actitud, desplazamiento y vulnerabilidad.

La figura resume los perfiles obtenidos mediante agrupamiento y funciona como mapa heurístico de combinaciones sociolingüísticas. No clasifica identidades cerradas; organiza patrones para pensar segmentaciones pedagógicas, rutas diferenciadas de interfaz y estrategias de acompañamiento más finas que las categorías dicotómicas tradicionales.

El valor de este recurso se aprecia mejor cuando se cruza con la Tabla 4 y con la propuesta de prototipado del capítulo

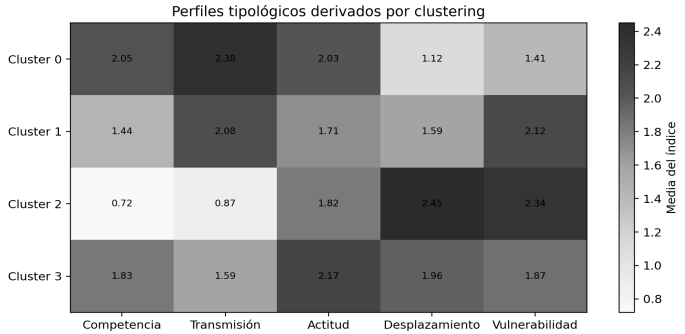


Figura 3.8: Perfiles tipológicos derivados por clustering

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

4. La figura permite imaginar implementaciones graduales, tutorías focalizadas y trayectorias de uso adaptadas a distintos niveles de competencia, actitud y desplazamiento sin caer en esencialismos ni sobrediagnósticos.

3.9 Modelo logístico de alta transmisión

En términos analíticos, el apartado sobre modelamiento de factores asociados no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El modelo logístico muestra que el desplazamiento lingüístico reduce de forma muy marcada la probabilidad de alta transmisión, mientras que lectura y escritura incrementan la probabilidad de continuidad fuerte. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la

actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (James et al., 2021; Woolf, 2010). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Cuando se observan las frecuencias y cruces básicos, aparece un patrón estable. El modelo logístico muestra que el desplazamiento lingüístico reduce de forma muy marcada la probabilidad de alta transmisión, mientras que lectura y escritura incrementan la probabilidad de continuidad fuerte. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La evidencia testimonial agrega textura social a lo observado en las bases. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Si la

familia y la escuela la empujan juntas, la lengua puede seguir viva; si no, varios jóvenes la van a ir dejando.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Desde la teoría histórico-cultural y los estudios críticos sobre tecnología, modelamiento de factores asociados adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (James et al., 2021; Woolf, 2010). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como cri-

terio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Si la investigación pretende orientar prototipos reales, La prioridad de política y diseño debe colocarse en lectura, escritura y usos escolares/digitales de la lengua, no solo en declaración identitaria. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Pese a ello, El modelo es asociativo y no causal; su función es heurística y orientadora. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debi-

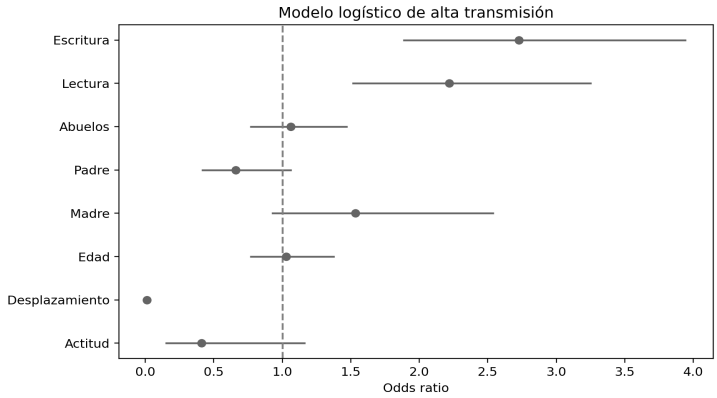


Figura 3.9: Modelo logístico de alta transmisión

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

litar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

El modelo reafirma la centralidad de lectura, escritura y desplazamiento para explicar continuidad lingüística.

La figura visualiza los odds ratios del modelo logístico y condensa los factores asociados con mayor probabilidad de alta transmisión. En términos editoriales, es el punto donde la narrativa interpretativa se apoya con más claridad en un dispositivo de inferencia cuantitativa y, por eso mismo, exige una lectura prudente y bien contextualizada.

El hallazgo principal es consistente con el resto del manuscrito: la lectura, la escritura y la reducción del desplazamiento pesan más que la mera declaración identitaria. Esa convergencia entre estadística, teoría y narrativa cualitativa fortalece la tesis central del libro y respalda la necesidad de diseñar interfaces

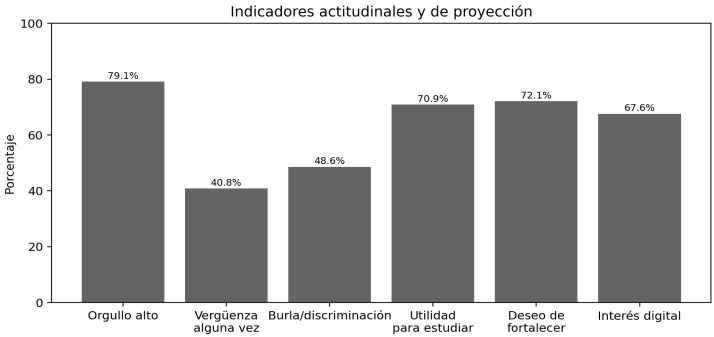


Figura 3.10: Indicadores actitudinales y de proyección

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

que trabajen la alfabetización situada y no solo la exposición oral.

Orgullo, utilidad y deseo de fortalecimiento coexisten con vergüenza y discriminación, confirmando una economía afectiva compleja.

La figura reúne orgullo, vergüenza, discriminación, utilidad percibida y deseo de fortalecimiento. Su relevancia consiste en mostrar que las disposiciones afectivas hacia la lengua son heterogéneas y pueden coexistir de manera tensa: el orgullo comunitario no cancela la vergüenza estratégica ni las experiencias de burla en espacios escolarizados o urbanos.

La lectura cruzada con los capítulos éticos y con la discusión sobre prestigio lingüístico impide reducir el problema a una psicología individual. Las emociones que aquí aparecen distribuidas están mediadas por trayectorias sociales, jerarquías institucionales y ecologías tecnológicas; por ello la interfaz inclusiva debe funcionar también como infraestructura simbólica de reconocimiento.

3.10 Co-ocurrencias temáticas en entrevistas

Dicho de otra manera, el apartado sobre análisis cualitativo integrado no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Las redes de co-ocurrencia muestran un acoplamiento reiterado entre familia/abuelos, escuela/español, vergüenza/discriminación y digital/audio/video. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Braun & Clarke, 2006; Charmaz, 2014). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. Las redes de co-ocurrencia muestran un acoplamiento reiterado entre familia/abuelos, escuela/español, vergüenza/discriminación y digital/audio/video. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre

sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

El material narrativo confirma que la cuestión no es meramente descriptiva. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Ayudaría escucharla más en la escuela y tener apps o audios para repetir y aprender vocabulario.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Leído desde la literatura especializada, análisis cualitativo integrado adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye

posibilidades de acción (Braun & Clarke, 2006; Charmaz, 2014). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Para una política de diseño verdaderamente inclusiva, La frustración lingüística emerge cuando la lengua tiene valor afectivo y comunitario, pero carece de andamiaje escolar y digital suficiente. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

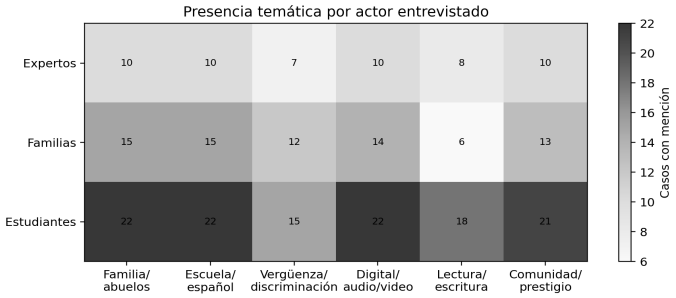


Figura 3.11: Presencia temática por actor entrevistado

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

Pese a ello, La co-ocurrencia no debe confundirse con causalidad lineal; expresa proximidades discursivas que demandan interpretación. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

La densidad temática por actor ayuda a comprender dónde se concentra cada tensión y quién nombra qué problema.

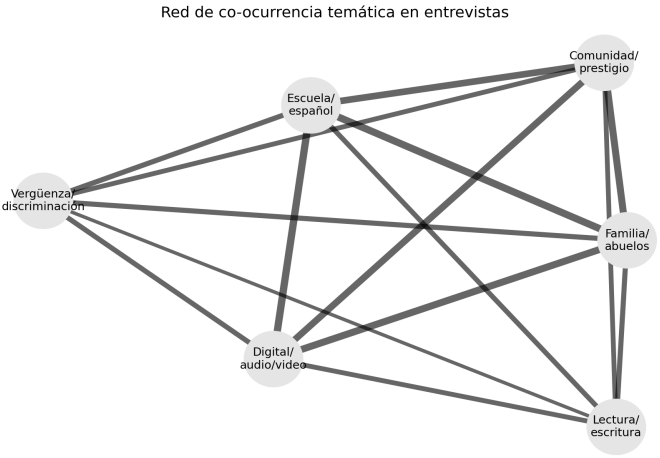


Figura 3.12: Red de co-ocurrencia temática en entrevistas

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio (358 estudiantes, 210 familias/cuidadoras y 49 entrevistas), procesamiento analítico del autor.

La figura compara la densidad relativa de los temas estratégicos según el tipo de actor entrevistado. De esa manera, ayuda a identificar qué tensiones son más verbalizadas por estudiantes, familias y personas expertas, y permite refinar el cruce entre experiencia cotidiana, lectura técnica del problema y horizontes de intervención institucional.

Su principal virtud es que desplaza la interpretación de una voz única hacia una composición de posiciones. En el manuscrito, esa pluralidad resulta fundamental para justificar que el diseño de IA no se base solo en necesidades inferidas por especialistas, sino también en escenas de uso y preocupaciones formuladas directamente por quienes sostienen la transmisión en la vida diaria.

La red visualiza proximidades que no deben leerse como causalidad automática, sino como constelaciones de sentido.

La red presenta las proximidades entre códigos cualitativos y permite detectar núcleos densos donde familia, escuela, español,

vergüenza, digitalidad, lectura y comunidad aparecen entrelazados. Su función no es probar causalidades, sino ofrecer una cartografía relacional de tensiones que atraviesan el problema estudiado.

Este recurso visual es decisivo porque hace visible la naturaleza sociotécnica del fenómeno: las fricciones no están aisladas, sino ensambladas. Leída junto con las entrevistas y con la matriz de implementación, la figura permite comprender por qué una solución exclusivamente tecnológica o exclusivamente escolar resultaría insuficiente.

CAPÍTULO 4

Discusión y propuesta de diseño

El cuarto capítulo traduce la evidencia en criterios de diseño y en recomendaciones de política pública. Se define un marco de interfaz inclusiva que integra accesibilidad, justicia lingüística, multimodalidad y gobernanza ética de datos.

4.1 Por qué fallan las interfaces dominantes de IA

Si el problema se mira sin reduccionismos, el apartado sobre crítica del paradigma de interfaz dominante no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Las plataformas actuales presuponen escritura rápida, navegación densa, comprensión en lengua hegemónica y tolerancia alta a la sobrecarga textual. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna

tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Norman, 2013; Shneiderman et al., 2016; Amershi et al., 2019). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Cuando se observan las frecuencias y cruces básicos, aparece un patrón estable. Las plataformas actuales presuponen escritura rápida, navegación densa, comprensión en lengua hegemónica y tolerancia alta a la sobrecarga textual. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La capa cualitativa complejiza el patrón cuantitativo. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "La música, los videos y WhatsApp influyen bastante; casi no escribimos en la lengua, pero sí podría usarse más con audios.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con

el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

En diálogo con la bibliografía de referencia, crítica del paradigma de interfaz dominante adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Norman, 2013; Shneiderman et al., 2016; Amershi et al., 2019). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Para una política de diseño verdaderamente inclusiva, El usuario implícito de esas plataformas no coincide con la eco-

logía cognitiva y lingüística observada en los Altos de Chiapas. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Aun así, La inclusión superficial mediante traducción automática no corrige el problema de fondo: la arquitectura sigue pensada para otro sujeto. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad,

escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

4.2 Principio 1: interacción audio-first

Dicho de otra manera, el apartado sobre audio-first interaction no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. La combinación de interés digital alto (67.6 %) y alfabetización escrita comparativamente baja (30.2 %) justifica una arquitectura centrada en audio, escucha y repetición. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (W3C, 2023; CAST, 2018; Meyer et al., 2014). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La lectura estadística del corpus vuelve visible una regularidad difícil de ignorar. La combinación de interés digital alto (67.6 %) y alfabetización escrita comparativamente baja (30.2 %) justifica una arquitectura centrada en audio, escucha y repetición. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geome-

tría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

El material narrativo confirma que la cuestión no es meramente descriptiva. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "La música, los videos y WhatsApp influyen bastante; casi no escribimos en la lengua, pero sí podría usarse más con audios.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Leído desde la literatura especializada, audio-first interaction adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuers-

tein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (W3C, 2023; CAST, 2018; Meyer et al., 2014). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Si la investigación pretende orientar prototipos reales, Cada instrucción crítica debería poder escucharse en español y en Bats'i K'op Tsotsil o Bats'il K'op Tseltal con voces comunitariamente validadas. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en

rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

No obstante, Audio-first no significa eliminar texto, sino evitar que el texto sea la única condición de acceso. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

4.3 Principio 2: andamiaje bilingüe y translanguaging

Dicho de otra manera, el apartado sobre scaffolding bilingüe no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. La presión del español escolar y digital es visible en el 59.8 % que responde en español y en la baja frecuencia de uso escolar (8.7 %). Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógica-

mente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Cummins, 2000; García & Wei, 2014; Cenoz & Gorter, 2021). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Cuando se observan las frecuencias y cruces básicos, aparece un patrón estable. La presión del español escolar y digital es visible en el 59.8 % que responde en español y en la baja frecuencia de uso escolar (8.7 %). Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La capa cualitativa complejiza el patrón cuantitativo. Una voz del corpus lo resume con nitidez: “En la cabecera y en redes sociales uso más español porque así nos piden muchas tareas y exposiciones.”. Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Leído desde la literatura especializada, scaffolding bilingüe adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Cummins, 2000; García & Wei, 2014; Cenoz & Gorter, 2021). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental:

funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Traducido al terreno del diseño, La interfaz debe permitir alternancia reversible entre lenguas, glosarios vivos y pistas contextuales que acompañen, en lugar de castigar, la mezcla lingüística. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Aun así, Una política de 'pureza' lingüística dentro del sistema puede expulsar a quienes más apoyo necesitan. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogé-

neas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

4.4 Principio 3: baja carga cognitiva extrínseca

En términos analíticos, el apartado sobre carga cognitiva y claridad de navegación no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. La vulnerabilidad de interfaz es mayor cuando coinciden baja lectura, baja escritura, vergüenza para usar la lengua y poca presencia escolar de la misma. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Norman, 2013; Nielsen, 1994; Gordon et al., 2014). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. La vulnerabilidad de interfaz es mayor cuando coinciden baja lectura, baja escritura, vergüenza para usar la

lengua y poca presencia escolar de la misma. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Si se confronta la evidencia con los marcos conceptuales del estudio, carga cognitiva y claridad de navegación adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Norman, 2013; Nielsen, 1994; Gordon et al., 2014). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por

eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Llevado a decisiones concretas de producto, Esto exige pantallas simples, pocos elementos simultáneos, ritmo configurable, historial de pasos y retroalimentación sin sanción. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Ahora bien, Reducir carga extrínseca no implica simplismo cultural; implica quitar ruido para dejar visible lo significativo. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y

trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

4.5 Principio 4: comunidad, prestigio y validación local

En términos analíticos, el apartado sobre prestigio simbólico y validación comunitaria no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El orgullo lingüístico alto (79.1 %) convive con discriminación (48.6 %) y con una demanda clara de materiales situados en comunidad. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Costanza-Chock, 2020; McCarty & Lee, 2014; Smith, 2012). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Los datos cuantitativos permiten precisar esta discusión. El orgullo lingüístico alto (79.1 %) convive con discriminación (48.6 %) y con una demanda clara de materiales situados en comunidad. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

El material narrativo confirma que la cuestión no es meramente descriptiva. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "En asambleas, visitas familiares y en la vida cotidiana del pueblo se usa más la lengua originaria.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prác-

ticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Leído desde la literatura especializada, prestigio simbólico y validación comunitaria adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Costanza-Chock, 2020; McCarty & Lee, 2014; Smith, 2012). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Para una política de diseño verdaderamente inclusiva, Las voces, relatos, ejemplos y léxico de la interfaz deben ser curados con participación de hablantes, docentes y familias. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar,

corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Pese a ello, Sin validación local, el sistema puede ser tecnológicamente funcional pero simbólicamente ajeno. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

4.6 Principio 5: neuroinclusión desde el inicio

En términos analíticos, el apartado sobre neuroinclusión y trayectorias flexibles no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. Los patrones observados justifican diseñar para variabilidad de atención, memoria de trabajo, tolerancia sensorial,

preferencia modal y ritmo de comprensión. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Armstrong, 2012; Treviranus, 2018; Pellicano & den Houting, 2022). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. Los patrones observados justifican diseñar para variabilidad de atención, memoria de trabajo, tolerancia sensorial, preferencia modal y ritmo de comprensión. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones

institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La capa cualitativa complejiza el patrón cuantitativo. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Me ayudaría tener talleres, materiales con audio y más espacios para practicar sin pena.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga, reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

En diálogo con la bibliografía de referencia, neuroinclusión y trayectorias flexibles adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Armstrong, 2012; Treviranus, 2018; Pellicano & den Houting, 2022). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En

cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Para una política de diseño verdaderamente inclusiva, La interfaz debe ofrecer pausas, repetición, velocidad variable, rutas alternativas, iconografía estable y seguimiento de avance legible. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Aun así, Agregar opciones al final del proceso no basta; la neuroinclusión debe estar en la arquitectura base. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una

plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

4.7 Gobernanza, datos y política pública

Conviene subrayar desde el inicio que el apartado sobre gobernanza de datos y política educativa no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El despliegue de IA en contextos indígenas involucra datos lingüísticos, voz, trayectorias escolares y patrones de uso potencialmente sensibles. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (UNESCO, 2021; Dignum, 2019; Mitchell et al., 2019). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de par-

ticipación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. El despliegue de IA en contextos indígenas involucra datos lingüísticos, voz, trayectorias escolares y patrones de uso potencialmente sensibles. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

En diálogo con la bibliografía de referencia, gobernanza de datos y política educativa adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (UNESCO, 2021; Dignum, 2019; Mitchell et al., 2019). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción pro-

duce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Llevado a decisiones concretas de producto, Se requieren datasheets, model cards, consentimiento informado y una mesa local de gobernanza con Secretaría de Educación, comunidades y expertos. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Ahora bien, La captura indiscriminada de datos de voz o interacción puede erosionar la confianza y reactivar asimetrías históricas. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una prefe-

rencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

4.8 Ruta de implementación para la Secretaría de Educación

Conviene subrayar desde el inicio que el apartado sobre implementación institucional no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El contexto muestra apertura familiar a apps (85.7 %), interés estudiantil alto (67.6) y una necesidad manifiesta de apoyo escolar más consistente. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (UNESCO, 2025; OECD, 2019; World Bank, 2023). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y

'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. El contexto muestra apertura familiar a apps (85.7 %), interés estudiantil alto (67.6) y una necesidad manifiesta de apoyo escolar más consistente. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

La capa cualitativa complejiza el patrón cuantitativo. Una voz del corpus lo resume con nitidez: "Ayudaría escucharla más en la escuela y tener apps o audios para repetir y aprender vocabulario.". Leída aisladamente, la frase podría parecer una observación cotidiana; en conjunto con el resto del material, revela un patrón estructural. Las entrevistas muestran que la lengua permanece anclada a escenas de intimidad, parentesco y comunidad, mientras que la escuela, la cabecera municipal y buena parte de la vida digital operan como espacios de traducción forzada hacia el español. Esa transición produce fatiga,

reserva estratégica y, en algunos casos, vergüenza anticipada frente al error. El hallazgo cualitativo más importante no es que los participantes rechacen la tecnología, sino que la aceptan cuando puede ser domesticada por prácticas locales de escucha, repetición, relato y acompañamiento. Así, la narrativa empírica desplaza la pregunta desde la simple adopción tecnológica hacia la legitimidad cultural y cognitiva de la interfaz.

Desde la teoría histórico-cultural y los estudios críticos sobre tecnología, implementación institucional adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (UNESCO, 2025; OECD, 2019; World Bank, 2023). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Traducido al terreno del diseño, La estrategia institucional debe comenzar con pilotos acotados, evaluación multimétodo y formación docente en uso ético e intercultural de IA. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver

sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

No obstante, Escalar sin pilotaje ni acompañamiento docente convertiría la innovación en un simple repositorio de recursos poco utilizados. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

Esta matriz transforma los hallazgos en requerimientos mínimos de producto. El paso de resultados a especificaciones funcionales es uno de los rasgos que distinguen al manuscrito, y

Tabla 4.1: Matriz mínima de requerimientos funcionales para un prototipo piloto

Módulo	**Requisito crítico**
Navegación	Audio bilingüe y rutas cortas
Contenido	Lecciones breves con ejemplos locales
Entrada	Voz, toque y texto asistido
Retroalimentación	Corrección gradual sin penalización
Gobernanza	Datos mínimos y consentimiento
Despliegue	Modo offline y baja gama

Nota. Fuente: elaboración propia con base en el corpus del estudio y en la sistematización analítica reportada en el manuscrito.

la tabla permite leer con claridad cómo una tesis sociolingüística se convierte en criterios de diseño evaluables.

Puesta en diálogo con la Tabla 9, esta matriz ayuda a distinguir entre condiciones mínimas del prototipo y condiciones de escalamiento institucional. Esa diferencia es importante para no confundir viabilidad técnica inmediata con política pública plenamente consolidada.

CAPÍTULO 5

Conclusiones y agenda futura

El quinto capítulo sintetiza los aportes del estudio, delimita sus alcances y plantea una agenda de investigación y desarrollo que permita pasar del diagnóstico a la experimentación con prototipos y pilotos institucionales.

5.1 Aportes del estudio

Si el problema se mira sin reduccionismos, el apartado sobre síntesis de aportes no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. El principal aporte empírico consiste en demostrar que la tensión central no es ausencia total de lengua, sino desacople entre oralidad comunitaria, escritura escolar y diseño digital. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas complejas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Vygotsky, 1978;

Feuerstein et al., 2006; Costanza-Chock, 2020). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

La lectura estadística del corpus vuelve visible una regularidad difícil de ignorar. El principal aporte empírico consiste en demostrar que la tensión central no es ausencia total de lengua, sino desacople entre oralidad comunitaria, escritura escolar y diseño digital. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Leído desde la literatura especializada, síntesis de aportes adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo: aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos,

ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Vygotsky, 1978; Feuerstein et al., 2006; Costanza-Chock, 2020). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

En términos de arquitectura de interfaz, El manuscrito propone pasar de una política de simple preservación a una política de mediación algorítmica situada. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Ahora bien, Este aporte sería mal leído si se tomara como una receta universal desconectada del territorio. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

5.2 Agenda futura de investigación y desarrollo

Desde una lectura situada, el apartado sobre líneas futuras no puede resolverse con una lectura lineal del fenómeno. La siguiente fase del proyecto debe incorporar pruebas reales con prototipos, métricas de tiempo de tarea, error, comprensión, abandono y satisfacción multimodal. Ese dato, lejos de agotarse en su valor descriptivo, obliga a preguntar qué tipo de mediaciones están organizando la relación entre lengua, escuela, comunidad y tecnología. En los Altos de Chiapas, la cuestión no es simplemente si la lengua se usa o deja de usarse, sino bajo qué condiciones se vuelve cognitivamente operable, socialmente prestigiosa y pedagógicamente disponible. Una parte de la literatura ha mostrado que la mediación lingüística estructura la actividad mental, la autorregulación y el acceso a tareas comple-

jas; otra parte ha insistido en que ninguna tecnología es neutral respecto de los sujetos que imagina y de los repertorios que legitima (Lazar et al., 2017; Amershi et al., 2019; UNESCO, 2021). Por eso, este capítulo asume que la transmisión lingüística y la interacción con IA deben leerse dentro de una misma ecología de mediación. No se trata de sumar 'lengua' por un lado y 'plataforma' por otro, sino de comprender cómo una interfaz puede ampliar o estrechar las posibilidades de participación de usuarios con trayectorias bilingües, alfabetización desigual y formas heterogéneas de procesamiento.

Vista en conjunto, la matriz cuantitativa produce una imagen consistente. La siguiente fase del proyecto debe incorporar pruebas reales con prototipos, métricas de tiempo de tarea, error, comprensión, abandono y satisfacción multimodal. Al cruzar estas variables con los indicadores de uso contextual, se observa que la continuidad lingüística posee una geometría desigual: resiste mejor en la esfera doméstica y comunitaria, pero se adelgaza cuando entra en contacto con la escolarización formal y con entornos digitales dominados por el español. El valor del dato no reside únicamente en su magnitud, sino en la relación entre sus componentes. Que un estudiante comprenda una lengua y aun así no la escriba con soltura; que declare orgullo, pero responda en español; o que desee materiales digitales, aunque casi no use la lengua en la escuela, son combinaciones que no pueden leerse como contradicciones simples. Más bien, muestran una reorganización del repertorio lingüístico bajo condiciones institucionales específicas. Por ello, la analítica cuantitativa se utilizó aquí para identificar gradientes y no para fijar identidades rígidas. Lo que emerge es una cartografía de exposición, competencia y desplazamiento con implicaciones directas para el diseño de herramientas educativas.

Si se confronta la evidencia con los marcos conceptuales del estudio, líneas futuras adquiere un espesor distinto. Los marcos de Vygotsky, Feuerstein, la literatura sobre educación multilingüe y los estudios críticos de IA coinciden en un punto decisivo:

aprender nunca es solo incorporar información, sino participar en una red de signos, ayudas, jerarquías y artefactos que distribuye posibilidades de acción (Lazar et al., 2017; Amershi et al., 2019; UNESCO, 2021). Desde esa perspectiva, la lengua originaria no puede ser tratada como adorno identitario ni la neurodiversidad como nota al pie. Ambas son dimensiones constitutivas de la mediación. Una interfaz que presupone lectura rápida, escritura estable y navegación sin fricción produce exclusión incluso cuando ofrece contenidos valiosos. En cambio, una mediación diseñada desde la pluralidad lingüística y la variabilidad humana puede transformar la tarea, reducir carga extrínseca y permitir que usuarios con distintos perfiles procesen, repitan, comparen y construyan sentido. Por eso, el diálogo teórico del estudio no es ornamental: funciona como criterio para convertir hallazgos empíricos en principios de diseño verificables.

Llevado a decisiones concretas de producto, Solo esa fase permitirá contrastar si el diseño propuesto disminuye efectivamente la vulnerabilidad de interfaz y fortalece la continuidad lingüística. Esto implica abandonar el paradigma de interfaz universal abstracta y trabajar con principios de diseño situado: entrada multimodal, audio como soporte principal cuando la escritura es frágil, alternancia flexible entre español y lengua originaria, retroalimentación gradual, iconografía estable y posibilidad de volver sobre los pasos sin castigo. En el contexto observado, una herramienta no será inclusiva solo por 'estar traducida'. Necesita organizar la experiencia de manera que escuchar, preguntar, corregir y practicar no dependan exclusivamente del dominio escrito. También requiere legitimidad social: voces reconocibles, ejemplos localmente inteligibles y una relación cuidadosa con datos, privacidad y supervisión humana. Si se asume seriamente el horizonte de política pública, la interfaz debe ser usable en conectividad intermitente, funcionar en dispositivos de gama media o baja y poder insertarse en rutinas escolares y familiares sin producir ruptura. En síntesis, el diseño

no aparece al final del análisis; es el lugar donde se ponen a prueba todas las hipótesis del estudio.

Aun así, Sin evaluación longitudinal, cualquier efecto positivo inicial podría ser coyuntural y no transformarse en continuidad sostenida. En consecuencia, toda inferencia debe sostenerse en una ética de la precisión. El corpus disponible permite modelar tensiones, prioridades y zonas de intervención, pero no autoriza a inventar diagnósticos inexistentes ni a suponer que una preferencia declarada por materiales digitales equivale a efectividad comprobada de una plataforma. Algo similar ocurre con los índices y agrupamientos: son herramientas de inteligibilidad y no esencias del sujeto. El propio territorio obliga a esa cautela, porque la variación entre municipio, cabecera, escuela y trayectorias familiares es demasiado grande como para aceptar soluciones homogéneas. En lugar de debilitar el estudio, esta precaución lo vuelve metodológicamente más sólido. Permite distinguir lo que ya puede afirmarse con base empírica —la existencia de brechas claras entre oralidad, escuela y digitalidad— de lo que deberá verificarse en fases futuras mediante prototipos, observación de uso y seguimiento longitudinal.

Referencias bibliográficas

Ainscow, M. (2020). Promoting inclusion and equity in education: Lessons from international experiences. Nordic Journal of Studies in Educational Policy, 6(1), 7-16.

Amershi, S., Weld, D., Vorvoreanu, M., Fourney, A., Nushi, B., Collisson, P., Suh, J., Iqbal, S., Bennett, P. N., Inkpen, K., Teevan, J., Kikin-Gil, R., & Horvitz, E. (2019). Guidelines for human-AI interaction. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

Annamma, S. A., Connor, D., & Ferri, B. A. (2013). Dis/ability critical race studies (DisCrit): Theorizing at the intersections of race and dis/ability. Race Ethnicity and Education, 16(1), 1-31.

Arellano Hoffmann, C. (2015). Educación intercultural y lengua materna en México. Siglo XXI.

Armstrong, T. (2010). Neurodiversity: Discovering the extraordinary gifts of autism, ADHD, dyslexia, and other brain differences. Da Capo Press.

Armstrong, T. (2012). Neurodiversity in the classroom. ASCD.

Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? FAccT '21.

Benjamin, R. (2019). Race after technology. Polity.

Benjamin, R. (2023). Viral justice. Princeton University Press.

Birhane, A. (2021). The impossibility of automating ambiguity. Artificial Life, 27(1), 44-61.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, 3(2), 77-101.

Bruner, J. (1990). Acts of meaning. Harvard University Press.

Buolamwini, J. (2023). Unmasking AI: My mission to protect what is human in a world of machines. Random House.

Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender shades. Proceedings of Machine Learning Research, 81, 1-15.

Canagarajah, S. (2013). Translingual practice. Routledge.

CAST. (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. CAST.

Cenoz, J. (2013). Defining multilingualism. Annual Review of Applied Linguistics, 33, 3-18.

Cenoz, J., & Gorter, D. (2021). Pedagogical translanguaging. Cambridge University Press.

Charmaz, K. (2014). Constructing grounded theory (2nd ed.). Sage.

Cole, M. (1996). Cultural psychology. Harvard University Press.

Costanza-Chock, S. (2020). Design justice. MIT Press.

Crawford, K. (2021). Atlas of AI. Yale University Press.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). Sage.

Cummins, J. (2000). Language, power and pedagogy. Multilingual Matters.

Daniels, H. (2001). Vygotsky and pedagogy. RoutledgeFalmer.

Davis, L. J. (2017). The disability studies reader (5th ed.). Routledge.

De Houwer, A. (2009). Bilingual first language acquisition. Multilingual Matters.

Dignum, V. (2019). Responsible artificial intelligence. Springer.

Eberhard, D. M., Simons, G. F., & Fennig, C. D. (Eds.). (2024). Ethnologue: Languages of the world (27th ed.). SIL International.

Escobar, A. (2018). Designs for the pluriverse. Duke University Press.

Feuerstein, R., Feuerstein, S., Falik, L., & Rand, Y. (2006). The Feuerstein Instrumental Enrichment Program. ICELP Press.

Feuerstein, R., Rand, Y., & Hoffman, M. B. (1979). The dynamic assessment of retarded performers. University Park Press.

Feuerstein, R., Rand, Y., Hoffman, M. B., & Miller, R. (1980). Instrumental enrichment. University Park Press.

Fishman, J. A. (1991). Reversing language shift. Multilingual Matters.

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., et al. (2018). AI4People-An ethical framework for a good AI society. Minds and Machines, 28, 689-707.

Freire, P. (1970). Pedagogy of the oppressed. Continuum.

García, O., & Wei, L. (2014). Translanguaging. Palgrave Macmillan.

Gebru, T., Morgenstern, J., Vecchione, B., Vaughan, J., Wallach, H., Daumé III, H., & Crawford, K. (2018). Datasheets for datasets. arXiv:1803.09010.

Gee, J. P. (2015). Social linguistics and literacies (5th ed.). Routledge.

Gordon, D., Meyer, A., & Rose, D. H. (2014). Universal design for learning. CAST Professional Publishing.

Grenoble, L. A., & Whaley, L. J. (2006). Saving languages. Cambridge University Press.

Grosjean, F. (2010). Bilingual. Harvard University Press.

Halliday, M. A. K. (1993). Towards a language-based theory of learning. Linguistics and Education, 5(2), 93-116.

Hamel, R. E. (2008). Bilingual education for indigenous communities in Mexico. In N. H. Hornberger (Ed.), Encyclopedia of language and education (2nd ed.). Springer.

Hinton, L. (2001). Language revitalization. In L. Hinton & K. Hale (Eds.), The green book of language revitalization in practice. Academic Press.

Hinton, L., Huss, L., & Roche, G. (Eds.). (2018). The Routledge handbook of language revitalization. Routledge.

Hornberger, N. H. (2008). Can schools save indigenous languages? Palgrave Macmillan.

Hornberger, N. H., & Coronel-Molina, S. M. (2004). Quechua language shift, maintenance, and revitalization. International Journal of the Sociology of Language, 167, 9-67.

Hutchins, E. (1995). Cognition in the wild. MIT Press.

INALI. (2009). Catálogo de las lenguas indígenas nacionales. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas.

INALI. (n.d.). Bats'i K'op Tsotsil. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas.

INALI. (n.d.). Bats'il K'op Tseltal. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas.

INALI. (n.d.). Norma de escritura de la lengua tseltal. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas.

INALI. (n.d.). Norma de escritura de la lengua tsotsil. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas.

INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI. (2022). Estadísticas a propósito de la población indígena en México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

ISO/IEC. (2025). ISO/IEC 40500:2025. Information technology - W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2.

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). An introduction to statistical learning (2nd ed.). Springer.

Jasanoff, S. (2004). States of knowledge. Routledge.

Kapp, S. K. (Ed.). (2020). Autistic community and the neurodiversity movement. Palgrave Macmillan.

Kozulin, A. (1998). Psychological tools. Harvard University Press.

Kozulin, A., & Presseisen, B. Z. (1995). Mediated learning experience and psychological tools. Educational Psychologist, 30(2), 67-75.

Krippendorff, K. (2018). Content analysis (4th ed.). Sage.

Ladson-Billings, G. (1995). Toward a theory of culturally relevant pedagogy. American Educational Research Journal, 32(3), 465-491.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). Situated learning. Cambridge University Press.

Lazar, J., Feng, J. H., & Hochheiser, H. (2017). Research methods in human-computer interaction (2nd ed.). Morgan Kaufmann.

Lenkersdorf, C. (2005). Filosofar en clave tojolabal. Miguel Ángel Porrúa.

Luke, A. (2018). Critical literacy, schooling, and social justice. In J. Rowsell & K. Pahl (Eds.), The Routledge handbook of literacy studies. Routledge.

Luria, A. R. (1976). Cognitive development: Its cultural and social foundations. Harvard University Press.

Mace, R. (1998). Universal design in housing. Assistive Technology, 10(1), 21-28.

May, S. (2012). Language and minority rights (2nd ed.). Routledge.

May, S., & Hill, R. (2018). Indigenous language revitalization and education. In L. Hinton et al. (Eds.), The Routledge handbook of language revitalization. Routledge.

McCarty, T. L. (2013). Language planning and policy in Native America. Multilingual Matters.

McCarty, T. L., & Lee, T. S. (2014). Critical culturally sustaining/revitalizing pedagogy. Harvard Educational Review, 84(1), 101-124.

Meyer, A., Rose, D. H., & Gordon, D. (2014). Universal design for learning. CAST.

Mitchell, M., Wu, S., Zaldivar, A., Barnes, P., Vasserman, L., Hutchinson, B., et al. (2019). Model cards for model reporting. FAT* '19.

Morin, E. (2001). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO.

Mosquera, A., & Valencia, J. (2022). Inteligencia artificial y educación inclusiva: una revisión crítica. Revista Iberoamericana de Educación, 89(1), 111-132.

Nardi, B. (1996). Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction. MIT Press.

Nielsen, J. (1994). Usability engineering. Morgan Kaufmann.

Noble, S. U. (2018). Algorithms of oppression. NYU Press.

Norman, D. A. (2013). The design of everyday things (Revised and expanded ed.). Basic Books.

Nussbaum, M. C. (2011). Creating capabilities. Harvard University Press.

OECD. (2019). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. OECD.

Pellicano, E., & den Houting, J. (2022). Annual research review: Shifting from normal science to neurodiversity in autism science. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 63(4), 381-396.

Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2015). Interaction design (4th ed.). Wiley.

Prince, M. J. (2010). What about a disability rights approach to policy? Canadian Public Policy, 36(4), 537-547.

Prinsloo, P., & Slade, S. (2017). An elephant in the learning analytics room. Journal of Learning Analytics, 4(2), 46-59.

Pérez López, E. (2019). Educación intercultural bilingüe en Chiapas. Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva, 13(2), 67-83.

Roche, G. (2019). Articulating language oppression. Language Documentation & Conservation, 13, 1-31.

Rogoff, B. (2003). The cultural nature of human development. Oxford University Press.

Rosa, J. D., & Flores, N. (2017). Unsettling race and language. Language in Society, 46(5), 621-647.

Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). Teaching every student in the digital age. ASCD.

Ruha Benjamin. (2024). Imagination: A manifesto. W. W. Norton.

Saldaña, J. (2021). The coding manual for qualitative researchers (4th ed.). Sage.

Scheuerman, M. K., Hanna, A., & Denton, E. (2021). Do datasets have politics? Patterns, 2(4).

Selwyn, N. (2019). Should robots replace teachers? Polity.

Shneiderman, B. (2020). Human-centered artificial intelligence. International Journal of Human-Computer Interaction, 36(6), 495-504.

Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmqvist, N., & Diakopoulos, N. (2016). Designing the user interface (6th ed.). Pearson.

Singer, J. (1999). Why can't you be normal for once in your life? In M. Corker & S. French (Eds.), Disability discourse. Open University Press.

Skutnabb-Kangas, T., & Phillipson, R. (1994). Linguistic human rights. Mouton de Gruyter.

Smith, L. T. (2012). Decolonizing methodologies (2nd ed.). Zed Books.

Squire, K. (2011). Video games and learning. Teachers College Press.

Star, S. L. (1999). The ethnography of infrastructure. American Behavioral Scientist, 43(3), 377-391.

Suárez-Orozco, C., & Suárez-Orozco, M. M. (2001). Children of immigration. Harvard University Press.

Treviranus, J. (2018). The value of the atypical in design. Inclusive Design Research Centre.

Tuhiwai Smith, L., Tuck, E., & Yang, K. W. (Eds.). (2019). Indigenous and decolonizing studies in education. Routledge.

UNESCO IESALC. (2026). Voices on multilingual education: Ensuring the right to higher education. UNESCO IESALC.

UNESCO. (2003). Education in a multilingual world. UNESCO.

UNESCO. (2016). If you don't understand, how can you learn? UNESCO.

UNESCO. (2017). A guide for ensuring inclusion and equity in education. UNESCO.

UNESCO. (2021). Recommendation on the ethics of artificial intelligence. UNESCO.

UNESCO. (2024). Multilingual education, the bet to preserve indigenous languages and justice. UNESCO.

UNESCO. (2025). Languages matter: Global guidance on multilingual education. UNESCO.

UNESCO. (2025). What you need to know about multilingual education. UNESCO.

UNICEF. (2021). Reimagining our futures together. UNESCO/UNICEF policy dialogue materials.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society. Harvard University Press.

Vygotsky, L. S. (1986). Thought and language. MIT Press.

Vygotsky, L. S. (1997). Educational psychology. CRC Press.

Vázquez López, M. R. (2010). Chano bats'i k'op, aprenda tsotsil. CONECULTA-CELALI.

W3C. (2023). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. World Wide Web Consortium.

Walker, N. (2021). Neuroqueer heresies. Autonomous Press.

Walsh, C. (2009). Interculturalidad, Estado, sociedad. Universidad Andina Simón Bolívar.

Wertsch, J. V. (1985). Vygotsky and the social formation of mind. Harvard University Press.

Wickham, H. (2014). Tidy data. Journal of Statistical Software, 59(10), 1-23.

Wickham, H., & Grolemund, G. (2017). R for data science. O'Reilly.

Williams, G. (1992). Sociolinguistics: A sociological critique. Routledge.

Winograd, T., & Flores, F. (1986). Understanding computers and cognition. Ablex.

Woolf, B. P. (2010). Building intelligent interactive tutors. Morgan Kaufmann.

World Bank. (2023). Inclusive technologies and education: Global practices. World Bank.

Zuboff, S. (2019). The age of surveillance capitalism. PublicAffairs.

Este libro, Transmisión lingüística y neurodiversidad en contextos indígenas: Tensiones y condiciones para el diseño de interfaces inclusivas con inteligencia artificial en los Altos de Chiapas, de Víctor del Carmen Avendaño Porras, fue publicado en México en el año 2026.

Primera edición digital, PDF
ISBN: 978-970-96626-8-9

La obra fue dictaminada por pares académicos bajo el sistema de doble ciego y se distribuye bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).
Disponible para descarga y consulta en línea.

"Entre la lengua que se transmite y la tecnología que se diseña, se configuran nuevas formas de inclusión, donde la neurodiversidad y la diferencia cultural no son obstáculos, sino condiciones para imaginar otras interfaces posibles."

Este libro presenta los resultados de una investigación sobre la relación entre neurodiversidad, transmisión lingüística e inteligencia artificial en contextos indígenas de los Altos de Chiapas, con énfasis en las lenguas tsotsil y tseltal. A partir de un enfoque interdisciplinario y situado, el estudio analiza cómo las condiciones socioculturales, cognitivas y tecnológicas inciden en el diseño de interfaces digitales y en su potencial inclusivo.

Los hallazgos muestran que las soluciones tecnológicas estandarizadas resultan insuficientes frente a la diversidad lingüística y cognitiva, y evidencian la necesidad de incorporar el contexto, la variabilidad en los procesos de aprendizaje y las formas locales de interacción en el desarrollo de sistemas basados en inteligencia artificial. En este sentido, la obra propone un marco para el diseño de interfaces inclusivas que articula justicia tecnológica, educación intercultural y reconocimiento de la neurodiversidad.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL