CAPÍTULO 11

LAS PLATAFORMAS DIGITALES DE TRADUCCIÓN DE LENGUAS INDÍGENAS, COMO APOYO A LA EDUCACIÓN



Patricia Ochoa Trujillo [1] ORCID: 0009-0007-8989-5734
Luisa Angelica Viñas Meza [1] ORCID: 0000-0002-5675-6267
Natali López Salgado [1] ORCID: 0009-0008-3539-849X
Kenson Noel [1] ORCID: 0000-0002-3894-9719

AFILIACIÓN INSTITUCIONAL

[1]Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, Teziutlán, México

CORREO DE CORRESPONDENCIA

patricia.ot@teziutlan.tecnm.mx

DOI DEL CAPÍTULO: https://doi.org/10.5281/zenodo.22840725

Resumen

Las lenguas indígenas de México enfrentan un proceso sostenido de desplazamiento frente al español, especialmente en regiones de alta diversidad lingüística como la Sierra Norte de Puebla. Este capítulo presenta el diseño, desarrollo y evaluación de un acervo digital bilingüe español–náhuatl como apoyo a los servicios de traducción de una plataforma educativa, mediante un diseño mixto secuencial de tres fases. Primero, se realizó una revisión sistemática de literatura guiada por PRISMA y PICO. Posteriormente, se desarrolló el acervo digital mediante los modelos ADDIE y OAIS, orientados al diseño instruccional y la preservación digital. Finalmente, el producto fue evaluado con usuarios reales. La búsqueda bibliográfica identificó 96 registros, de los cuales 38 artículos científicos integraron el estado del arte, complementados con 12 productos tecnológicos y documentales. A partir de estos hallazgos se desarrollaron recursos multimedia en náhuatl —texto, audio y video— traducidos y validados por dos hablantes nativos. La evaluación, mediante un instrumento sociolingüístico aplicado a 35 participantes, mostró niveles de satisfacción, utilidad y accesibilidad superiores al 90 %. Los resultados sugieren la viabilidad del modelo como estrategia de preservación lingüística e inclusión educativa y una ruta metodológica replicable para otras lenguas indígenas en riesgo.

Abstract

Indigenous languages in Mexico face an ongoing process of displacement by Spanish, particularly in regions with high linguistic diversity, such as the Sierra Norte of Puebla. This chapter presents the design, development, and evaluation of a Spanish–Nahuatl bilingual digital repository intended to support the translation services of an educational platform through a three-phase sequential mixed-methods design. First, a systematic literature review was conducted following PRISMA and PICO guidelines. Subsequently, the digital repository was developed using the ADDIE and OAIS models, focused on instructional design and digital preservation. Finally, the product was evaluated with real users. The literature search identified 96 records, of which 38 peer-reviewed scientific articles were included in the state-of-the-art review, complemented by 12 technological and documentary products. Based on these findings, multimedia resources in Nahuatl—including text, audio, and video—were developed, translated, and validated by two native speakers. Evaluation using a sociolinguistic instrument administered to 35 participants showed satisfaction, usefulness, and perceived accessibility levels above 90%. The findings suggest the feasibility of the proposed model as a strategy for linguistic preservation and educational inclusion, while providing a replicable methodological framework for developing digital repositories for other Indigenous languages at risk.

Palabras clave

Lenguas indígenas; náhuatl de la Sierra Noreste de Puebla; preservación lingüística; plataformas digitales educativas; modelo ADDIE; modelo OAIS; revisión sistemática PRISMA.

Keywords

Indigenous languages; Highland Puebla Náhuatl; language preservation; educational digital platforms; ADDIE model; OAIS model; PRISMA systematic review.

1. Introducción

La diversidad lingüística de México constituye uno de los rasgos más distintivos de su patrimonio cultural, pero también uno de los más vulnerables. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el estado de Puebla 604,471 personas mayores de cinco años declaran hablar alguna lengua indígena, siendo el náhuatl el idioma originario con mayor número de hablantes en la entidad. Sin embargo, los registros estadísticos de las últimas décadas documentan una tendencia sostenida a la baja en el número de hablantes de lenguas originarias (Aguilar Santiago & García Zúñiga, 2023a), un fenómeno que, de no atenderse, puede derivar en la desaparición de estas lenguas y, con ellas, en la pérdida de saberes, identidad y patrimonio cultural inmaterial.

Esta tendencia no es exclusiva de México. El Atlas de las Lenguas del Mundo en Peligro de la UNESCO identifica a México, junto con India, Estados Unidos, Brasil e Indonesia, como uno de los países con mayor diversidad lingüística y, simultáneamente, con mayor número de lenguas en riesgo de desaparición (Moseley, 2010), lo que ha motivado a la Organización de las Naciones Unidas a declarar el periodo 2022-2032 como el Decenio Internacional de las Lenguas Indígenas, con el propósito de impulsar políticas públicas, investigación y tecnología orientadas a su revitalización (Naciones Unidas, 2022). La identidad de los pueblos indígenas depende, en gran medida, de la vigencia de su diversidad cultural y lingüística (Estrada & Guette, 2023); por ello, la disminución del número de hablantes de lenguas maternas ha motivado la búsqueda de soluciones desde distintos campos disciplinares, entre las cuales las que recurren a la tecnología como medio de documentación, enseñanza y difusión se perfilan como las más prometedoras.

En el terreno de la documentación lingüística, la propuesta de acervos multimodales de Córdova-Hernández (2019) representa una alternativa innovadora que combina reflexión crítica sobre estrategias previas de preservación con la construcción de repositorios que integran distintos formatos (texto, audio, imagen). No obstante, este tipo de iniciativas ha tenido, en la práctica, un alcance limitado en términos de difusión efectiva entre las comunidades hablantes. En el ámbito didáctico, Multilingual-Tiny (Bacca et al., 2013) constituye un antecedente relevante: se trata de una herramienta web compuesta por tres módulos —un sistema de consulta de diccionarios de lenguas indígenas, un repositorio de objetos virtuales de aprendizaje y un módulo de validación gramatical (CBR-Validación-Gramática)— que en conjunto apoyan la formación de profesores bilingües en la enseñanza del español a estudiantes indígenas.

Un diagnóstico más reciente sobre la presencia de las lenguas indígenas mexicanas en internet (Cru, 2024) confirma que, si bien existen avances significativos, la mayoría de las herramientas digitales disponibles permanecen en fase de prototipo y requieren mayor respaldo institucional para alcanzar un impacto tangible. Este hallazgo constituye un llamado explícito a la colaboración interdisciplinaria y multisectorial en favor de la diversidad lingüística y cultural del país en el entorno digital (Ochoa-Gutiérrez et al., 2021; Pastrana Corral et al., 2020). En este contexto se inserta el presente trabajo, que responde a dicho llamado mediante el diseño de un acervo digital bilingüe español–náhuatl orientado a fortalecer los servicios de traducción de una plataforma educativa digital, enfocado en vocabulario cotidiano y conceptos definitorios de la lengua (Aguilar Santiago & García Zúñiga, 2023b).

El objetivo general de la investigación consistió en implementar un acervo digital traducido en lengua náhuatl con el propósito de enriquecer y respaldar los servicios de traducción ofrecidos por una plataforma digital educativa. Para alcanzar este objetivo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Analizar las necesidades culturales y lingüísticas de la audiencia establecida.
- Diseñar contenido que incorpore de manera activa la diversidad cultural de la región.
- Generar traducciones lingüística y culturalmente apropiadas, en colaboración con hablantes nativos de la región.
- Implementar los acervos digitales en una plataforma educativa en funcionamiento.
- Evaluar los contenidos implementados en función de la satisfacción, usabilidad y pertinencia percibidas por los usuarios.

2 Diseño de la investigación y revisión de la literatura

2.1 Diseño integral de la investigación

El estudio adoptó un diseño mixto de tipo secuencial exploratorio, articulado en tres fases consecutivas y explícitamente conectadas entre sí (Figura 1).

En la primera fase se desarrolló una revisión sistemática de la literatura, cuyos resultados tales como: estado del arte, vacíos identificados y buenas prácticas documentadas, informaron directamente las decisiones de diseño de la segunda fase: la definición de los temas a traducir, el perfil requerido de los traductores colaboradores y los requisitos funcionales de la plataforma.

La segunda fase correspondió al desarrollo tecnológico e instruccional del acervo digital, guiado simultáneamente por el modelo ADDIE para el diseño instruccional del contenido, el modelo OAIS para la preservación digital de los materiales generados, y un enfoque ágil basado en sprints, que retoma principios del modelo OOHDM, para la construcción de la interfaz.

La tercera fase consistió en la evaluación del producto con usuarios reales mediante un instrumento sociolingüístico; los resultados de esta evaluación se reincorporan como insumo a la fase de Evaluación del propio modelo ADDIE, cerrando un ciclo de mejora continua que retroalimenta al acervo digital. Esta articulación explícita, siendo: revisión sistemática que informa el desarrollo, y evaluación que retroalimenta al desarrollo, constituye el eje estructurador de la investigación y se mantiene como referencia a lo largo de las secciones 3 y 4 de este capítulo.

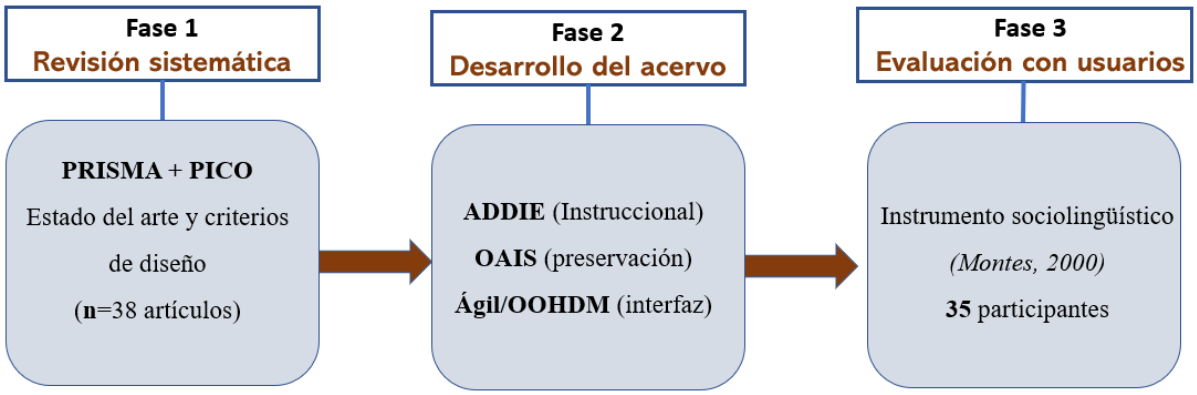


Figura 1. Diseño integral de la investigación: articulación de las tres fases metodológicas.

Nota: elaboración propia.

2.2 Revisión sistemática de la literatura

La revisión sistemática se realizó siguiendo la declaración PRISMA (Sarkis-Onofre et al., 2021), que garantiza la transparencia y reproducibilidad del proceso, en conjunto con el modelo PICO (Schiavenato & Chu, 2021), ampliamente utilizado en ciencias de la salud y cada vez más adoptado en investigación educativa y social para estructurar de manera clara la pregunta de investigación y los criterios de selección de la evidencia.

En el contexto de este estudio, los componentes del modelo PICO se definieron de la siguiente manera: Población (P), comunidades de hablantes de lenguas indígenas, con especial atención a aquellas en peligro de extinción o con un número reducido de hablantes; Intervención (I), iniciativas, programas o herramientas tecnológicas tales como plataformas digitales, acervos multimodales, software educativo o aplicaciones web, dirigidas a la preservación, revitalización o enseñanza de lenguas indígenas; Comparación (C), estudios que evalúan el estado de la lengua antes y después de una intervención, o que contrastan enfoques tradicionales frente a enfoques basados en tecnología; y Resultados (O), investigaciones que reportan resultados medibles de dichas intervenciones, tales como el incremento del número de hablantes, la mejora en la fluidez lingüística, el fortalecimiento de la identidad cultural o la efectividad de las herramientas implementadas.

Cabe precisar que el modelo PICO fue concebido originalmente para preguntas clínicas comparativas y que su aplicación a un campo social y educativo requiere una adaptación deliberada, tal como reconocen los propios Schiavenato y Chu (2021) al señalar los límites de su uso fuera del ámbito clínico. En este estudio, el componente de Comparación (C) no se operacionalizó como un grupo de control experimental, sino como la presencia, dentro de los propios estudios primarios, de una valoración del estado de la lengua antes y después de una intervención, o de un contraste explícito entre enfoques tradicionales y enfoques basados en tecnología; de manera análoga, el componente de Resultados (O) se operacionalizó como cualquier resultado medible o evaluable reportado por el estudio y no como un desenlace, en consonancia con la práctica reportada en revisiones sistemáticas educativas que adaptan PICO a preguntas no experimentales.

Con base en estos componentes se construyó un tesauro de términos y sinónimos (Tabla 1), elaborado siguiendo los criterios de calidad estructural propuestos por Martínez

et al. (2011), a partir del cual se definió la ecuación de búsqueda utilizada para recuperar la literatura pertinente.

Tabla 1. Términos y sinónimos del tesauro propuesto

Término	Términos relacionados
Lengua indígena	Dialecto; enseñanza de la lengua materna; lengua materna; lengua nacional
Preservación de las lenguas	Cambio lingüístico; lengua en vía de desaparición; patrimonio cultural inmaterial
Metodología	Investigación empírica; investigación; método científico

Nota: elaborado con base en Martínez et al. (2011).

La combinación de estos términos dio lugar a la ecuación de búsqueda base ("lengua indígena" OR "lenguas indígenas") AND ("preservación de las lenguas" OR "revitalización lingüística") AND ("investigación empírica" OR "estudio de caso"), aplicada durante octubre de 2024 en seis bases de datos y buscadores académicos tales como: Google Scholar, Scopus, Web of Science, Redalyc, SciELO y Dialnet, cubriendo el periodo 2019-2024. Para asegurar la reproducibilidad del proceso, la ecuación base se adaptó a la sintaxis booleana y a los operadores de truncamiento propios de cada plataforma (por ejemplo, el uso de comillas para frases exactas y de conectores AND/OR equivalentes), sin modificar los términos ni la lógica de inclusión de la ecuación original; en todos los casos se aplicaron los mismos filtros de idioma (español e inglés) y de rango de fechas (2019-2024).

La búsqueda inicial arrojó 96 registros (Figura 2). Tras eliminar 12 duplicados mediante el gestor bibliográfico Zotero, se obtuvieron 84 documentos únicos, que fueron sometidos a un cribado por pares: dos revisores evaluaron de manera independiente títulos y resúmenes con base en los criterios de inclusión y exclusión del modelo PICO (Tablas 3 y 4); los desacuerdos, identificados al contrastar ambas evaluaciones, se resolvieron mediante discusión y consenso entre los revisores. Como resultado de este cribado se excluyeron 46 registros por no ajustarse a los criterios establecidos, quedando 38 documentos que fueron evaluados a texto completo para su elegibilidad; la totalidad de estos 38 documentos cumplió los criterios y fue incluida en el estado del arte como artículos científicos revisados por pares. De manera complementaria y fuera del flujo formal PRISMA, que aplica específicamente a artículos de investigación, la misma búsqueda permitió catalogar otros 12 productos tecnológicos y documentales (herramientas, plataformas, aplicaciones y software educativo, entre otros) pertinentes al tema. Así, el corpus de 38 artículos y el conjunto ampliado de 50 productos (38 artículos + 12 productos adicionales) constituyen dos unidades de análisis distintas y complementarias, que se emplean respectivamente en las Tablas 5 y 6 de la sección de resultados.

3. Metodología

Con base en los resultados de la revisión sistemática, el desarrollo del producto digital integró tres marcos metodológicos complementarios, cada uno con un propósito específico dentro del flujo de trabajo: el modelo ADDIE para el diseño instruccional del contenido educativo en náhuatl, el modelo OAIS para la preservación digital a largo plazo de los acervos, y un enfoque de desarrollo ágil basado en sprints que retoma algunos principios del modelo OOHDM para la construcción de la interfaz de usuario.

3.1 Modelo ADDIE para el diseño instruccional

El modelo ADDIE organiza el desarrollo de programas de formación en cinco fases secuenciales e iterativas (Tabla 2).

Tabla 2. Fases del modelo ADDIE

Fase	Descripción
Análisis	Identificación de las necesidades de la población objetivo para asegurar la relevancia del contenido.
Diseño	Definición de la arquitectura del producto de software y de los contenidos a desarrollar.
Desarrollo	Creación y ensamblaje de los materiales instruccionales.
Implementación	Aplicación del producto de software desarrollado con la población objetivo.
Evaluación	Valoración de la efectividad del producto y aplicación de ajustes.

Nota: adaptado de Losada Cárdenas & Peña Estrada (2022).

En la fase de Análisis se identificaron las necesidades lingüísticas y culturales de la población objetivo a partir de los hallazgos de la revisión sistemática y de un diagnóstico inicial con hablantes de la región. En la fase de Diseño se estructuró la arquitectura del contenido, definiendo los temas a traducir tales como: palabras cotidianas y conceptos definitorios, asimismo, los formatos multimedia (texto, audio y video) y las estrategias de presentación dentro de la plataforma.

En la fase de Desarrollo se elaboraron los materiales didácticos y se realizaron las traducciones con la colaboración de dos hablantes nativos de la variante náhuatl de la Sierra Noreste de Puebla, identificada por el catálogo de INALI (2008) y por Ethnologue con el código ISO 639-3 azz (“Nahuatl, Highland Puebla”), y autodenominada localmente mehikanohtahtol o maseual tlajtol, hablada en los municipios de Teziutlán, Tlatlauquitepec y Zacapoaxtla, en la región de la Sierra Norte de Puebla. La selección de esta región respondió tanto a los datos de INEGI (2020), que ubican a Puebla entre las entidades con mayor número de hablantes de lengua indígena, como a la proximidad geográfica del equipo investigador con las comunidades de la zona, lo que facilitó el trabajo de campo y la colaboración directa con los hablantes. Se precisa que el náhuatl mexicano comprende al menos seis variantes lingüísticas reconocidas en la región nororiental de Puebla y Tlaxcala

(INALI, 2008); por lo tanto, los acervos aquí descritos representan de manera específica a la variante y a las comunidades participantes, y no constituyen una muestra representativa del conjunto de hablantes de náhuatl del país.

El equipo de traducción estuvo conformado por un maestro bilingüe con más de 15 años de experiencia en la enseñanza del náhuatl en escuelas primarias interculturales de la región, y por una maestra hablante tradicional originaria de Tlatlauquitepec, con experiencia previa en proyectos de documentación lingüística y preservación cultural. Ambos colaboradores poseen dominio de hablante nativo del náhuatl y conocimiento funcional del español, lo que permitió generar traducciones precisas y culturalmente pertinentes, combinando el conocimiento académico de la lengua con su uso cotidiano y tradicional en la comunidad. Cada traducción siguió un procedimiento de validación cruzada: una vez elaborada por uno de los colaboradores, fue revisada oralmente por el segundo hablante mediante lectura en voz alta y retrotraducción informal al español, con el fin de verificar equivalencia semántica y naturalidad expresiva antes de su incorporación al acervo; los desacuerdos puntuales sobre términos o expresiones se resolvieron por consenso entre ambos traductores. Este procedimiento, si bien fortalece la validez interna de las traducciones frente a la variante trabajada, no sustituye a un panel de validación comunitaria más amplio, por lo que se reconoce como una limitación metodológica que se retoma en la discusión.

En la fase de Implementación, los acervos digitales fueron integrados en la plataforma y puestos a disposición de los usuarios a través de una sección de ayuda dedicada. Finalmente, en la fase de Evaluación se aplicó un instrumento sociolingüístico a 35 usuarios para medir la satisfacción, usabilidad y pertinencia cultural del contenido implementado, cuyos resultados retroalimentan el ciclo de mejora continua del proyecto; el procedimiento de selección y consentimiento de estos participantes se describe con mayor detalle en la sección 4.3.1.

3.2 Modelo OAIS para la preservación digital

El modelo OAIS (Open Archival Information System) se empleó como marco de referencia para garantizar la preservación a largo plazo de los contenidos digitales generados (Cruz Mundet & Díez Carrera, 2016). Su aplicación se tradujo en la definición de un repositorio digital que asegura la gestión de metadatos, la integridad de los archivos y la accesibilidad sostenida de los acervos. Para ello se establecieron políticas de ingestión que describen los procedimientos para incorporar nuevos contenidos al repositorio; se definieron paquetes de información de archivo (AIP, por sus siglas en inglés) que contienen tanto los objetos digitales como textos, audios y videos, como sus metadatos descriptivos, administrativos y estructurales; y se implementaron estrategias de preservación que incluyen la migración de formatos y la generación de copias de respaldo periódicas, con el fin de asegurar que los acervos puedan recuperarse y utilizarse en el futuro, independientemente de los cambios tecnológicos (Ochoa-Gutiérrez et al., 2021).

3.3 Desarrollo ágil de la interfaz

Si bien el modelo OOHDM (Object-Oriented Hypermedia Design Method; Schwabe et al., 1996) fue considerado en las etapas iniciales de planeación de la interfaz, finalmente se optó por un enfoque de desarrollo ágil basado en sprints, que permitiera iterar con mayor rapidez a partir de la retroalimentación temprana de los hablantes de náhuatl. Esta decisión

priorizó la funcionalidad y la experiencia de usuario sobre una estructura hipermedia rígida y sobre la elaboración exhaustiva de los cuatro modelos formales que propone OOHDM (conceptual, navegacional, de interfaz abstracta e implementación).

No obstante, se conservaron de manera operativa los tres primeros principios de separación de responsabilidades que caracterizan a dicho modelo, aplicados de forma simplificada dentro de cada sprint: (1) un modelo conceptual, que en la práctica correspondió a la organización de los acervos por tema (introducción a las lenguas indígenas, historia de la lengua náhuatl, vocabulario cotidiano) y formato (texto, audio, video), definida a partir de los hallazgos de la fase de Diseño del modelo ADDIE; (2) un modelo de navegación, que definió las rutas de acceso del usuario dentro de la sección de ayuda de la plataforma del listado general de acervos a cada recurso específico y que fue ajustado en dos iteraciones a partir de la retroalimentación informal de los propios traductores colaboradores durante su uso de prueba; y (3) un modelo de interfaz, que estableció la presentación visual de cada acervo (título introductorio, miniatura y botón de acceso, como se observa en la Figura 3), manteniendo consistencia visual entre recursos. La cuarta etapa de OOHDM, correspondiente a la implementación técnica detallada, se resolvió mediante las herramientas de desarrollo web ya disponibles en la plataforma, por lo que no se documentó como un modelo formal independiente.

3.4 Población objetivo y criterios de selección de la evidencia

La población beneficiaria del proyecto está constituida principalmente por comunidades de hablantes de lenguas indígenas, con especial interés en aquellas en peligro de extinción o con un número reducido de hablantes (Pastrana Corral et al., 2020). Para la revisión de literatura se consideraron intervenciones como programas de inmersión lingüística, documentación, enseñanza, uso de tecnologías y políticas lingüísticas orientadas al fortalecimiento de las lenguas, priorizando estudios con diseños de investigación empírica como: cuantitativos, cualitativos o mixtos, que ofrecieran datos sólidos sobre procesos y resultados de iniciativas de revitalización (Garcia-Weyandt & López de la Rosa, 2022). Los criterios de exclusión e inclusión aplicados se resumen en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Criterios de exclusión basados en el modelo PICO

Criterio	Descripción
P	Estudios centrados en lenguas no indígenas.
I	Investigaciones sin intención de preservar lenguas indígenas.
C	Artículos cuya metodología y resultados no son funcionalmente aplicables.
O	Estudios cuyo resultado es ambiguo.

Nota: adaptado de Schiavenato & Chu (2021).

Tabla 4. Criterios de inclusión basados en el modelo PICO

Criterio	Descripción
P	Estudios centrados en lenguas indígenas específicas, en peligro de extinción o con número reducido de hablantes; incluye investigaciones sobre uso y transmisión de la lengua.
I	Investigaciones con esfuerzos de preservación o revitalización: documentación, materiales didácticos, proyectos de enseñanza, entre otros.
C	Estudios que comparan el estado de la lengua antes y después de una intervención informática y/o con diseño instruccional basado en ADDIE.
O	Investigaciones que evalúan resultados de intervenciones basadas en OAIS o en el desarrollo de herramientas mediante ADDIE.
Otros	Artículos relevantes aun cuando excedan los cinco años de antigüedad; en español o inglés; de autoría de investigadores mexicanos.

Nota: elaboración propia.

4. Resultados

4.1 Resultados de la revisión sistemática

La Figura 2 sintetiza, de manera numéricamente consistente con el proceso descrito en la sección 2.2, el flujo de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios siguiendo el formato de diagrama PRISMA (Sarkis-Onofre et al., 2021): 96 registros identificados, 12 duplicados eliminados, 84 registros cribados, 46 excluidos por no cumplir los criterios PICO, 38 documentos evaluados a texto completo e incluidos como artículos científicos, y un corpus ampliado de 50 productos siendo: 38 artículos más 12 productos tecnológicos y documentales adicionales, utilizado para el mapeo temático de las Tablas 5 y 6.

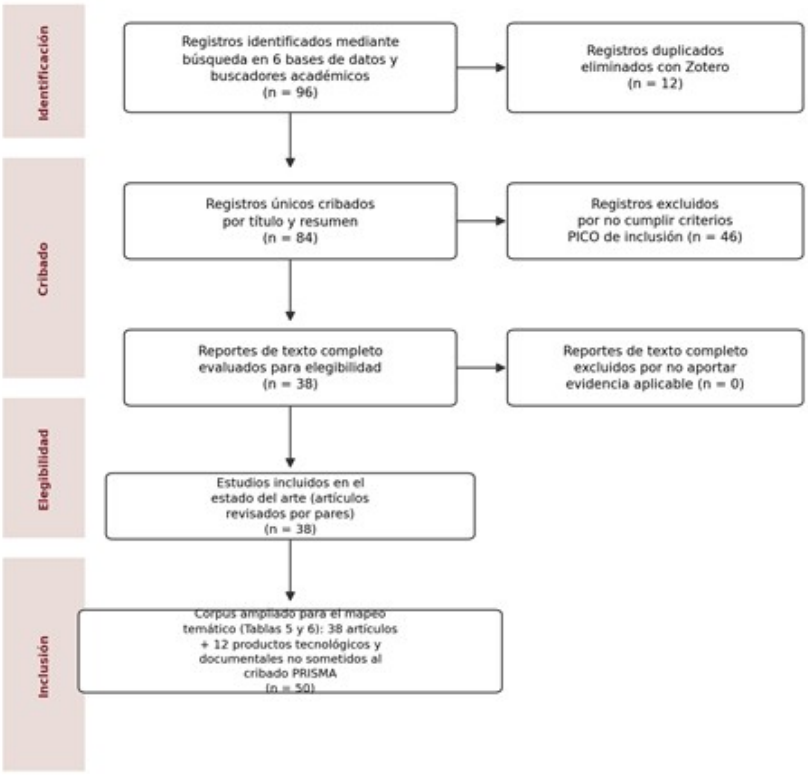


Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA del proceso de identificación, cribado e inclusión de la literatura.

Nota: elaboración propia, adaptado del formato de Sarkis-Onofre et al. (2021).

La Tabla 5 muestra la diversidad de productos identificados en el corpus final. Los artículos de investigación representan el segmento predominante, con 38 documentos (76 % del total), lo que confirma un fuerte componente de investigación y análisis en el área. El 24 % restante corresponde a productos de naturaleza más aplicada —herramientas virtuales de aprendizaje (Bacca et al., 2013), diseños de plataformas virtuales, aplicaciones web, software educativo (Buitrón Cachipuendo et al., 2020) y modelos tecno-pedagógicos (Aguilar Santiago & García Zúñiga, 2023b)—, lo que evidencia que la producción académica sobre preservación de lenguas indígenas ha comenzado a traducirse en desarrollos tecnológicos concretos, aunque todavía en menor proporción que la investigación de corte teórico o documental.

Tabla 5. Diversidad de productos de investigación identificados.

Producto generado	Frecuencia	Porcentaje
Artículo de investigación	38	76 %
Herramienta virtual de aprendizaje	1	2 %
Diseño de plataforma virtual	2	4 %

Producto generado	Frecuencia	Porcentaje
Aplicación web	2	4 %
Software educativo	1	2 %
Modelo tecno-pedagógico	1	2 %
Documentación lingüística	2	4 %
Otros	3	6 %

Nota: Elaboración propia.

En cuanto al enfoque metodológico de los estudios revisados (Tabla 6), predominan los diseños cualitativos, con 24 estudios (48 %), seguidos de los cuantitativos con 7 (14 %). Cinco estudios combinan ambos enfoques mediante diseños mixtos, lo que sugiere un interés por triangular técnicas y reducir el sesgo interpretativo; otros cinco corresponden a revisiones sistemáticas de literatura orientadas a la generación de nuevo conocimiento, y cinco más reportan explícitamente el diseño o desarrollo de software como resultado principal. Es probable que en varias de las investigaciones clasificadas en otras categorías también se hayan desarrollado herramientas informáticas de manera complementaria, aun cuando no se reporten como el resultado central del estudio.

Tabla 6. Metodologías empleadas en los estudios seleccionados

Metodología	Frecuencia	Porcentaje
Cualitativa	24	48 %
Cuantitativa	7	14 %
Mixta	5	10 %
Revisión de literatura	5	10 %
Desarrollo / diseño	5	10 %
Otros	4	8 %

Nota: elaboración propia

4.2 Diseño e implementación de la plataforma digital

A partir de la evidencia sistematizada se desarrolló e integró un acervo digital de contenidos en náhuatl dentro de la plataforma educativa, organizado en una sección de ayuda dedicada que facilita su localización y consulta por parte de los usuarios (Figura 3).

Los materiales se presentan mediante videos breves con un título introductorio que orienta al usuario sobre el contenido temático de cada recurso tales como: introducción a los acervos digitales, continuación de dicha introducción e historia de la lengua náhuatl, favoreciendo así su identificación y accesibilidad visual (Figuras 4 y 5).



Figura 3. Sección de ayuda con el acervo digital integrado en la plataforma.

Nota: elaboración propia.



Figura 4. Contenido audiovisual del acervo digital: introducción histórica a la lengua náhuatl.

Nota: elaboración propia.

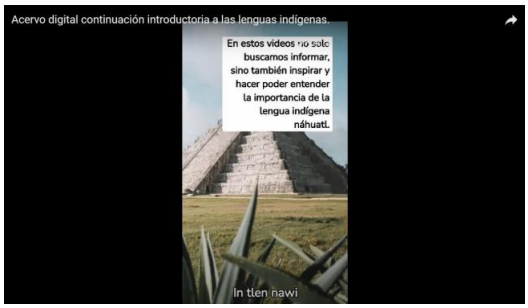


Figura 5. Contenido audiovisual del acervo digital: continuación de la introducción a las lenguas indígenas.

Nota: elaboración propia.

4.3 Evaluación con usuarios

4.3.1 Participantes: muestreo, procedimiento y consentimiento

La evaluación se realizó con 35 participantes de la comunidad educativa vinculada al proyecto, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia: se invitó a estudiantes y miembros de la comunidad de los municipios de la Sierra Norte de Puebla con vínculo directo o indirecto con hablantes de náhuatl, sin exigir dominio previo de la lengua como criterio de exclusión, ya que uno de los propósitos del instrumento es precisamente captar el grado de contacto y dominio lingüístico de la población general, y no únicamente de hablantes activos. El instrumento se administró de manera guiada, en sesiones presenciales supervisadas por el equipo investigador, lo que permitió resolver dudas sobre las preguntas en el momento y asegurar el llenado completo del instrumento por parte de los 35 participantes convocados. Antes de responder, cada participante fue informado verbalmente y por escrito sobre el propósito académico del estudio, el carácter voluntario y anónimo de su participación, y el uso exclusivamente agregado de las respuestas con fines de investigación, procediendo a la aplicación del instrumento solo una vez obtenido su consentimiento. Las respuestas se resguardaron de forma anonimizada, sin vincular los datos demográficos reportados (municipio, autoidentificación, pertenencia a pueblo indígena) con la identidad de los participantes en ningún reporte o análisis posterior.

Siguiendo la fase de Evaluación del modelo ADDIE, este mismo instrumento sociolingüístico que es adaptado de la metodología propuesta por Montes (2000), tuvo como propósito medir la satisfacción, usabilidad y pertinencia cultural del contenido implementado (Tabla 7). El instrumento recaba, en un primer bloque, datos demográficos básicos (municipio de procedencia, tipo de asentamiento, carrera y lugar de origen); en un segundo bloque, la autoidentificación como indígena y la pertenencia a un pueblo originario; en un tercer bloque, el uso y conocimiento de lenguas indígenas en el núcleo familiar; en un cuarto bloque, el dominio personal de la lengua; y, finalmente, la experiencia y percepción del usuario respecto de los acervos digitales evaluados

En la Tabla 3, de acuerdo con el modelo PICO, los criterios de exclusión, utilizados para descartar estudios potencialmente relevantes de la revisión sistemática, se basan en diversos factores, incluyendo el tipo de lengua estudiada (excluyendo aquellas que no sean indígenas), el enfoque de la investigación (limitándose a estudios que aborden directamente la preservación o revitalización lingüística), la metodología empleada (requiriendo investigación empírica o estudios de caso), y la relevancia del estudio para la pregunta de investigación central.

Tabla 7. Instrumento sociolingüístico aplicado

No.	Pregunta
1	Municipio de procedencia
2	Tipo de asentamiento
3	Carrera
4	Lugar de origen
5	¿Eres originario/a de algún pueblo indígena?
6	¿De qué pueblo indígena proviene?
7–13	Uso y conocimiento de lenguas indígenas en el núcleo familiar (madre, padre, abuelos, otros familiares)
14	¿Hablas alguna lengua indígena?
15	¿Cuál es tu grado de dominio de la lengua indígena?
16	¿Conoces algún sistema de información para la preservación de lenguas indígenas?
17	¿Cómo describirías tu experiencia general con los acervos digitales en términos de satisfacción y utilidad?
18	¿Son fáciles de navegar, entender y utilizar?
19	¿Cómo calificarías la accesibilidad para visualizar los acervos digitales?
20	¿La implementación de los acervos digitales ha cumplido con tus expectativas?

Nota: instrumento adaptado de Montes (2000).

Respecto a la satisfacción y utilidad percibidas (Figura 6), el 45.7 % de los usuarios reportó sentirse "muy satisfecho" y un 22.9 % adicional calificó el acervo como "altamente útil"; sumados a las categorías "satisfecho" (17.1 %) y "satisfecho y útil" (5.7 %), el 91.4 % de los usuarios expresó una valoración positiva, frente a un 5.7 % neutral y un 2.9 % insatisfecho. Estos porcentajes son descriptivos de la muestra evaluada (n = 35) y no deben interpretarse como representativos del conjunto de comunidades hablantes de náhuatl.

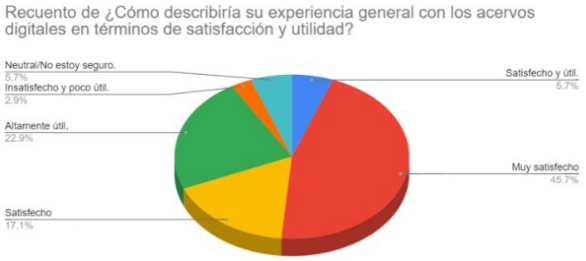


Figura 6. Satisfacción y utilidad percibida del acervo digital.

Nota: elaboración propia.

En cuanto a la facilidad de navegación, comprensión y uso de la plataforma (Figura 7), el 45.7 % de los usuarios la consideró fácil de navegar y un 31.4 % adicional la calificó

como "muy fácil", mientras que el 17.1 % destacó específicamente la facilidad para entender los contenidos; en conjunto, el 77.1 % de los usuarios reportó una experiencia de uso positiva, frente a un 5.7 % que se mantuvo neutral.



Figura 7. Facilidad de navegación, comprensión y uso de la plataforma.

Nota: elaboración propia.

La accesibilidad para visualizar los acervos digitales (Figura 8) fue calificada como "muy buena" por el 40 % de los usuarios, "buena" por el 28.6 % y "excelente" por el 22.9 %, lo que representa una valoración positiva conjunta del 91.5 %; solo el 8.6 % la calificó como regular.

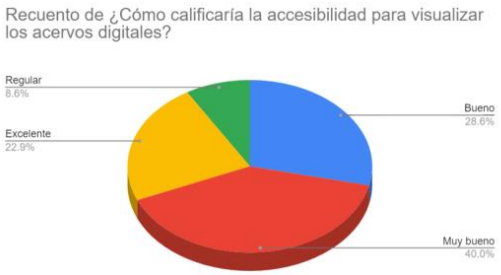


Figura 8. Accesibilidad percibida para visualizar los acervos digitales.

Nota: elaboración propia.

Finalmente, respecto al cumplimiento de expectativas (Figura 9), el 68.6 % de los usuarios consideró que la implementación de los acervos digitales "cumple de buena manera" con lo esperado, el 11.4 % señaló que "supera sus expectativas" y un 14.3 % adicional indicó que "resuelve sus necesidades" en distintos grados; en conjunto, el 94.3 % de los usuarios evaluó de manera positiva el cumplimiento de expectativas del proyecto, frente a un 5.7 % que consideró que no resolvía sus necesidades.



Figura 9. Cumplimiento de expectativas respecto a la implementación de los acervos digitales.

Nota: elaboración propia.

5. Discusión

El presente trabajo aporta una metodología que combina el rigor de la declaración PRISMA y el modelo PICO para la revisión bibliográfica, con el diseño instruccional ADDIE y el modelo de preservación OAIS para la gestión del contenido digital. Esta triangulación metodológica constituye, en sí misma, una contribución relevante frente a los antecedentes revisados: mientras que Córdova-Hernández (2019) propone la construcción de acervos multimodales desde una perspectiva principalmente documental, y Cru (2024) advierte que la mayoría de las herramientas digitales para lenguas indígenas mexicanas permanecen en fase de prototipo, el presente proyecto logró trascender la etapa de propuesta teórica al integrar un acervo funcional de palabras cotidianas y conceptos definitorios en náhuatl dentro de una plataforma digital activa, evaluada cuantitativamente con usuarios reales.

Los niveles de satisfacción, usabilidad y accesibilidad reportados siendo consistentemente superiores al 90 % son comparables, e incluso favorables, respecto de experiencias similares documentadas en la literatura regional, como la plataforma Yo Wayuu para el aprendizaje de la lengua wayuu (Estrada & Guette, 2023), la aplicación web para la enseñanza del kichwa (Buitrón Cachipuendo et al., 2020) o el proyecto Taniuki para la revitalización del wixárika en contextos urbanos (Garcia-Weyandt & López de la Rosa, 2022). En conjunto, estos antecedentes y los resultados aquí obtenidos sugieren que las plataformas digitales orientadas a lenguas específicas, cuando se desarrollan con la participación directa de hablantes nativos y se someten a evaluación sistemática, logran niveles de aceptación consistentemente altos entre las comunidades usuarias, lo que respalda la pertinencia de este tipo de intervenciones como estrategia de política lingüística en el marco del Decenio Internacional de las Lenguas Indígenas 2022-2032 (Naciones Unidas, 2022).

El instrumento sociolingüístico aplicado, basado en Montes (2000), permitió capturar de manera sistemática la percepción real de los usuarios sobre la utilidad y accesibilidad de los recursos en su propia lengua, más allá de una valoración meramente técnica del producto de software. Este componente evaluativo diferencia al presente estudio de trabajos previos centrados únicamente en el desarrollo tecnológico (Bacca et al., 2013), al incorporar la voz de la comunidad como criterio central de validación.

No obstante, el estudio presenta limitaciones que deben considerarse en su interpretación. La principal fue la reducida disponibilidad de hablantes nativos para participar en las traducciones, lo que limitó el trabajo a dos colaboradores, ambos de la misma variante y región dialectal (náhuatl de la Sierra Noreste de Puebla). Si bien se aplicó un procedimiento de validación cruzada entre ambos traductores (sección 3.1), este no equivale a una validación comunitaria amplia con especialistas lingüísticos externos y representantes de otras localidades hablantes; por lo tanto, los acervos generados reflejan el uso de la lengua de dos hablantes específicos y no deben interpretarse como representativos de todas las comunidades náhuatl-hablantes de la región, ni mucho menos del país. La incorporación de un panel de revisión comunitaria con participación de hablantes de distintas localidades, docentes de lengua indígena y, en la medida de lo posible, lingüistas

especializados en la variante, se identifica como un paso metodológico pendiente y prioritario para fases futuras del proyecto. Asimismo, aunque las 35 respuestas recopiladas en la fase de evaluación resultaron valiosas e informativas para un estudio de caso con muestreo por conveniencia, el alcance y la representatividad de la muestra estuvieron condicionados por la disponibilidad de los participantes, lo que sugiere la conveniencia de ampliarla y de incorporar un muestreo probabilístico en fases posteriores del proyecto. Finalmente, al tratarse de una sola variante del náhuatl hablada en tres municipios de la Sierra Norte de Puebla, los hallazgos no son directamente generalizables a otras variantes de la lengua ni a otras lenguas indígenas de la región, aunque sí ofrecen un modelo metodológico replicable para ese propósito.

6. Conclusiones

Los objetivos planteados se cumplieron en la medida en que lo permite la evidencia recabada. El análisis inicial permitió identificar variaciones dialectales y expresiones culturales propias de la Sierra Norte de Puebla, lo que hizo posible un diseño de contenido pertinente y culturalmente situado para la variante trabajada. La colaboración con dos hablantes nativos, con el procedimiento de validación cruzada descrito en la sección 3.1, permitió generar traducciones cuidadas y culturalmente pertinentes para esa variante específica, aunque, como se señaló en la discusión, este proceso no equivale a una validación comunitaria amplia. La implementación de los acervos digitales dentro de la plataforma educativa amplió, de manera verificable, los servicios de traducción disponibles para la comunidad usuaria, y la evaluación aplicada a 35 participantes, centrada en la satisfacción, la facilidad de uso y la accesibilidad percibidas, arrojó resultados descriptivos favorables (niveles de valoración positiva superiores al 90 % en las dimensiones evaluadas), que constituyen evidencia inicial y acotada, no concluyente, de la aceptación del producto entre los usuarios evaluados.

Estos resultados sugieren que la integración de un acervo digital en lengua indígena dentro de una plataforma educativa (Córdova-Hernández, 2019) puede contribuir a mejorar la accesibilidad percibida de los servicios de traducción para usuarios con vínculo con la comunidad náhuatl-hablante evaluada. Sin embargo, con el diseño de evaluación empleado, siendo descriptivo, transversal y con una muestra por conveniencia de 35 personas, no es posible afirmar de manera concluyente que el proyecto haya fortalecido las identidades culturales y lingüísticas de las comunidades hablantes de náhuatl, ni que haya incrementado de forma medible la participación de dichas comunidades en la plataforma; estos efectos son plausibles a la luz de los resultados de satisfacción obtenidos, pero requieren de estudios longitudinales y de diseños comparativos (por ejemplo, antes-después o con grupo de comparación) para poder documentarse con mayor certeza. Lo que sí puede afirmarse, con el respaldo directo de los datos recabados, es que el acervo implementado fue percibido por los participantes evaluados como útil, accesible y acorde a sus expectativas en una proporción alta y consistente entre las distintas dimensiones medidas.

En un contexto de riqueza lingüística y cultural en riesgo de desaparición, la implementación de acervos digitales se perfila como una vía metodológicamente viable para apoyar su documentación y difusión a mediano y largo plazo; los eventuales beneficios educativos, sociales o económicos más amplios que este tipo de intervenciones podría

generar constituyen hipótesis razonables para investigación futura, más que conclusiones demostradas por el presente estudio. Como líneas de trabajo futuro se plantea, en primer lugar, la constitución de un panel de validación comunitaria que incorpore hablantes de distintas localidades, docentes de lengua indígena y especialistas lingüísticos externos a los dos colaboradores actuales; en segundo lugar, la ampliación del acervo hacia otras lenguas originarias presentes en la Sierra Norte de Puebla y hacia otras variantes del náhuatl; en tercer lugar, la realización de evaluaciones longitudinales, con muestreo probabilístico y diseños que permitan medir cambios reales en el uso y la transmisión intergeneracional de la lengua, más allá de la satisfacción percibida; y, finalmente, la vinculación del proyecto con la currícula formal de educación básica e intercultural de la región, en consonancia con los objetivos del Decenio Internacional de las Lenguas Indígenas 2022-2032 (Naciones Unidas, 2022).

Referencias

Aguilar Santiago, C. A., & García Zúñiga, H. A. (2023a). Tecnologías del lenguaje aplicadas al procesamiento de lenguas indígenas en México: Una visión general. Lingüística y Literatura, 44(84), 79–102. https://doi.org/10.17533/udea.lyl.n84a04

Aguilar Santiago, C. A., & García Zúñiga, H. A. (2023b). Tecnologías del lenguaje aplicadas al procesamiento de lenguas indígenas en México: Una visión general. Lingüística y Literatura, 44(84), 79–102. https://doi.org/10.17533/udea.lyl.n84a04

Aldaz Izquierdo, A. M., Jácome Sambachi, C. R., Casillas Salazar, C. S., & Lomas Vásconez, S. I. (2023). Interferencias léxicas del kichwa utilizados por los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Ciencia Latina, 7(3). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6712

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Guevara, J. C. (2013). Herramienta para la creación de objetos virtuales de aprendizaje para enseñar español como segunda lengua en poblaciones indígenas de Latinoamérica. https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/104343

Benemérita Escuela Normal Veracruzana Enrique C. Rébsamen, & Morales González, B. (2022). Instructional design according to the ADDIE model in initial teacher training. Apertura, 14(1), 80–95. https://doi.org/10.32870/Ap.v14n1.2160

Buitrón Cachipuendo, B., Díaz Gispert, L. I., & Cahuasquí Anrango, J. A. (2020). Diseño de un aplicativo web para la enseñanza del idioma kichwa. RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 11(21). https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.781

Córdova-Hernández, L. (2019). Construcción de acervos multimodales en lenguas indígenas: grafocentrismo, lectoescritura y literatura.

Cru, J. (2024). Activismo digital en lenguas indígenas. Posibilidades y retos para la revitalización lingüística en la península de Yucatán. https://doi.org/10.7275/LIVINGLANGUAGES.2002

Cruz Mundet, J. R., & Díez Carrera, C. (2016). Sistema de Información de Archivo Abierto (OAIS): Luces y sombras de un modelo de referencia. Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información, 30(70), 221–247. https://doi.org/10.1016/j.ibbai.2016.10.010

Estrada, J. B., & Guette, M. L. (2023). Yo Wayuu: Plataforma Web para el Aprendizaje de la lengua Wayuu. http://hdl.handle.net/10584/11882

Garcia-Weyandt, C. M., & López de la Rosa, O. M. (2022). Proyecto Taniuki ("Nuestra Lengua"): Los desafíos de la revitalización de la lengua wixárika en el contexto urbano. https://doi.org/10.7275/RVH7-VJ95

Guevara, G., & Ángel, M. (2021). Propuesta metodológica de aplicación de investigación mixta en el desarrollo de tesis de Arquitectura, para estudiantes de último año de la Fundación Universitaria Internacional del Trópico Americano—UNITRÓPICO, en Yopal. http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/10852

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. https://www.inegi.org.mx/

Instituto Nacional de Lenguas Indígenas [INALI]. (2008). Catálogo de las lenguas indígenas nacionales: Variantes lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas. Diario Oficial de la Federación.

Losada Cárdenas, M. Á., & Peña Estrada, C. C. (2022). Diseño instruccional: Fortalecimiento de las competencias digitales a partir del modelo Addie. RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 13(25). https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1309

Martínez, A. M., Ristuccia, C. A., Stubbs, E. A., Valdez, J. C., Gamba, V. L., Mendes, P. V., Unzurrunzaga, C., & Caminotti, M. L. (2011). La estructura sistemática del tesauro: Indicadores para evaluar su calidad. Revista española de Documentación Científica, 34(1), 29–43. https://doi.org/10.3989/redc.2011.1.765

Montes, G. (2000). Metodología y técnicas de diseño y realización de encuestas en el área rural.

Moseley, C. (Ed.). (2010). Atlas of the World's Languages in Danger (3.ª ed.). UNESCO Publishing.

Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. (2022). International Decade of Indigenous Languages 2022–2032. https://desapublications.un.org/file/18451/download

Ochoa-Gutiérrez, J., Sáenz Giraldo, R. A., & Tirado Tamayo, T. (2021). Experiencias de gestión de los procesos de preservación digital a partir del modelo OAIS en repositorios institucionales. Anales de Documentación, 24(1). https://doi.org/10.6018/analesdoc.428141

Pastrana Corral, S. A., Delgadillo Guzmán, L. G., & Arce Valdez, J. (2020). Vulnerabilidad de la lengua en hablantes indígenas, el caso de México. Circula, 12, 19–40. https://doi.org/10.17118/11143/18441

Sarkis-Onofre, R., Catalá-López, F., Aromataris, E., & Lockwood, C. (2021). How to properly use the PRISMA Statement. Systematic Reviews, 10(1), 117. https://doi.org/10.1186/s13643-021-01671-z

Schiavenato, M., & Chu, F. (2021). PICO: What it is and what it is not. Nurse Education in Practice, 56, 103194. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2021.103194

Schwabe, D., Rossi, G., & Barbosa, S. D. J. (1996). Systematic hypermedia application design with OOHDM. Proceedings of the Seventh ACM Conference on Hypertext – HYPERTEXT '96, 116–128. https://doi.org/10.1145/234828.234840