

Impulsando la preservación de la Medicina tradicional de la Sierra Nororiental del estado de Puebla: Un enfoque basado en Procesamiento de Lenguaje Natural y Web Semántica

Promoting the preservation of the traditional medicine of the Northeastern Sierra of the state of Puebla: An approach based on Natural Language Processing and Semantic Web

Paola Gómez-García, María del Pilar Salas-Zárate*, Mario Andrés Paredes-Valverde

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

*Corresponding author: maria.sz@teziutlan.tecnm.mx

Resumen: La medicina tradicional indígena en México, especialmente en la Sierra Nororiental de Puebla, representa un patrimonio cultural invaluable, arraigado en un profundo conocimiento sobre salud y enfermedad transmitido por comunidades indígenas y rurales. Aunque rica en sabiduría ancestral, esta medicina enfrenta desafíos de reconocimiento e integración en la medicina convencional. Ante esta situación, el presente trabajo propone el desarrollo de una solución tecnológica destinada a preservar y reconocer la medicina tradicional mexicana. Mediante la aplicación de técnicas avanzadas de Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) y Web Semántica, este estudio apunta a construir y validar una ontología específica que facilite la estructuración y difusión de los conocimientos relacionados con las plantas medicinales, enfermedades, síntomas y tratamientos tradicionales. El objetivo es ofrecer una herramienta digital que no solo documente, sino que también promueva y valore la medicina tradicional dentro de un marco contemporáneo y accesible. Este enfoque no solo busca enaltecer y preservar este legado cultural, sino también facilitar su integración efectiva y reconocimiento dentro de los sistemas de salud actuales, proporcionando una plataforma que sirva de referencia tanto para profesionales de la salud como para la comunidad en general interesada en alternativas de tratamiento tradicionales. Este proyecto, por lo tanto, no solo aboga por un reconocimiento más amplio de la medicina tradicional, sino que también establece un precedente para su práctica informada y respetuosa en el futuro.

Palabras clave: Medicina tradicional, Ontología, Puebla, PLN.

Abstract: Traditional indigenous medicine in Mexico, especially in the northeastern Sierra of Puebla, represents an invaluable cultural heritage, rooted in a deep knowledge of health and disease transmitted by indigenous and rural communities. Although rich in ancestral wisdom, this medicine faces challenges of recognition and integration into conventional medicine. In view of this situation, the present work proposes the development of a technological solution aimed at preserving and recognizing traditional Mexican medicine. Through the application of advanced techniques of Natural Language Processing (NLP) and Semantic Web, this study aims to build and validate a specific ontology that facilitates the structuring and dissemination of knowledge related to medicinal plants, diseases, symptoms and traditional treatments. The objective is to offer a digital tool that not only documents, but also promotes and values traditional medicine within a contemporary and accessible framework. This approach not only seeks to enhance and preserve this cultural legacy, but also to facilitate its effective integration and recognition within current health systems, providing a platform that serves as a reference for both health professionals and the general community interested in traditional treatment alternatives. This project, therefore, not only advocates for a wider recognition of traditional medicine, but also sets a precedent for its informed and respectful practice in the future.

Keywords: Traditional Medicine, Ontology, Puebla, NLP.

1 Introducción

La medicina tradicional, enraizada en las ricas tradiciones herbolarias transmitidas a lo largo de generaciones, representa un tesoro cultural y terapéutico para comunidades indígenas, particularmente en la Sierra Nororiental del estado de Puebla. Este conocimiento ancestral ha desempeñado un papel fundamental en el cuidado de la salud, ofreciendo soluciones holísticas y específicas a las necesidades de estas comunidades (Díaz García & Solano Lara, 2023).

A pesar de su importancia, la medicina tradicional enfrenta desafíos significativos, desde la falta de reconocimiento oficial hasta la amenaza de pérdida debido a la globalización y cambios en los patrones de vida (Rodríguez, 2022). Sin embargo, la convergencia de la tradición y la tecnología ofrece una oportunidad única para preservar y promover este patrimonio cultural.

En este contexto, el presente artículo aborda la iniciativa de impulsar la preservación de la medicina tradicional en la Sierra Nororiental del estado de Puebla mediante el desarrollo de un enfoque basado en dos tecnologías clave: Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) y Web Semántica, con el objetivo de organizar, difundir y, en última instancia, fortalecer el conocimiento inherente a la medicina tradicional.

Este artículo se estructura en diversas secciones que abarcan el estado del arte, la ontología del dominio, procesamiento de información de redes sociales a través de técnicas de PLN, plataforma Web y, finalmente, las conclusiones. Con esta investigación, se busca contribuir al empoderamiento de las comunidades indígenas a través de la preservación de su medicina tradicional, impulsada por tecnologías innovadoras adaptadas a sus necesidades y contextos culturales específicos.

2 Estado del arte

La medicina tradicional mexicana ha sido objeto de estudios significativos en la literatura, centrándose principalmente en la identificación y evaluación de plantas medicinales para abordar diversas condiciones de salud, como problemas reproductivos y enfermedades gastrointestinales (Cabada-Aguirre et al., 2023) (Calzada & Bautista, 2020). Estos trabajos destacan la

riqueza de la medicina tradicional, pero aún hay una brecha significativa en la integración de tecnologías innovadoras, como la Web Semántica, la minería de opiniones y el Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) en este contexto específico.

Aunque la literatura científica aborda extensamente la medicina tradicional mexicana, los avances tecnológicos en el ámbito de la salud no se han aplicado de manera exhaustiva en este campo. Se ha observado un énfasis en la aplicación de tecnologías como la Web Semántica en el cuidado de la salud (Chen et al., 2019) (Gao et al., 2022) y la minería de opiniones y PLN para analizar percepciones y emociones relacionadas con enfermedades y tratamientos (Ramírez-Tinoco et al., 2019) (Luna-Aveiga et al., 2018) (Castro-Pérez et al., 1 C.E.) (García-Díaz et al., 2020). Sin embargo, esta aplicación no ha llegado a abarcar la medicina tradicional, lo que representa una brecha evidente.

La Web Semántica, con su capacidad para formalizar el conocimiento mediante ontologías, representa una herramienta valiosa para preservar y promover la medicina tradicional. La falta de trabajos que integren la Web Semántica en este contexto sugiere una oportunidad de investigación para desarrollar ontologías específicas que capturen el conocimiento inherente a la medicina tradicional mexicana. Estas ontologías podrían servir como base para sistemas de apoyo a la toma de decisiones y facilitar la colaboración entre expertos en salud convencional y practicantes de medicina tradicional.

La minería de opiniones y el PLN, utilizados para analizar percepciones y sentimientos relacionados con la salud, han demostrado ser efectivos en diversos contextos médicos (Ramírez-Tinoco et al., 2019) (Luna-Aveiga et al., 2018) (Castro-Pérez et al., 1 C.E.) (García-Díaz et al., 2020). Sin embargo, su aplicación en la evaluación de la efectividad y aceptación de la medicina tradicional es una área poco explorada. Un enfoque interdisciplinario que integre estas técnicas podría proporcionar una comprensión más completa de la percepción y aceptación de la medicina tradicional, lo que podría contribuir a su integración más efectiva en la atención médica convencional.

En resumen, mientras la literatura científica ha avanzado en la comprensión de la medicina tradicional mexicana y ha explorado tecnologías innovadoras en el ámbito de la salud, la

integración de estas tecnologías en el contexto de la medicina tradicional es escasa. Existe una oportunidad significativa para llenar esta brecha, desarrollando ontologías específicas, aplicando minería de opiniones y PLN, y explorando enfoques interdisciplinarios que promuevan la preservación y promoción de la medicina tradicional. Esta dirección de investigación podría contribuir a un enfoque más integral y colaborativo para el cuidado de la salud en México y en otros lugares con ricas tradiciones medicinales.

3 Enfoque

3.1 Recolección de información de medicina tradicional

La recopilación de información para este estudio sobre medicina tradicional se fundamenta en una cuidadosa exploración de diversas fuentes, combinando aportes valiosos de la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (UNAM, 2009) con datos enriquecedores proporcionados por expertos locales de la ciudad de Cuetzalan, Puebla.

La Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, gestionada por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2009), ha servido como un repositorio fundamental. La riqueza de esta fuente digitalizada abarca una amplia gama de conocimientos, e información sobre la medicina tradicional arraigada en la diversidad cultural de México. La exploración de esta biblioteca digital permitió acceder a registros valiosos, proporcionando una perspectiva histórica y contextual sobre las prácticas medicinales tradicionales en el país.

Sin embargo, los autores reconocen que la autenticidad y la riqueza de la medicina tradicional se manifiestan plenamente en las comunidades locales. Por ende, se ha llevado a cabo una colaboración directa con expertos de la ciudad de Cuetzalan, Puebla. Estos expertos, arraigados en la cultura y la tradición de la región, han aportado perspectivas cruciales que no solo complementan la información de fuentes documentales, sino que también brindan una visión contemporánea y viva de las prácticas medicinales arraigadas en el contexto local.

El diálogo constante con estos expertos locales ha permitido no solo validar la información obtenida de fuentes documentales, sino también enriquecerla con detalles específicos, experiencias anecdóticas y

conocimientos transmitidos de generación en generación. Esta fusión de fuentes documentales y saberes locales no solo respalda la rigurosidad académica del estudio, sino que también honra y preserva la autenticidad inherente a la medicina tradicional de la Sierra Nororiental de Puebla.

Así, la recolección de información se presenta como un proceso integral, fusionando la riqueza digital con la profundidad cultural local, con el propósito de capturar de manera precisa y respetuosa la complejidad de la medicina tradicional en esta región específica. Este enfoque metodológico sienta las bases para un análisis holístico y contextualizado de las prácticas medicinales que perduran en la Sierra Nororiental de Puebla.

3.2 Ontología

Con el propósito de identificar elementos asociados a la medicina tradicional, tales como nombres de plantas medicinales, enfermedades y síntomas, se ha diseñado una ontología específica para este ámbito. La construcción de esta ontología se basa en información recopilada de diversas fuentes, como la biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana (UNAM, 2009), y datos aportados por expertos de la ciudad de Cuetzalan, Puebla (Ver apartado 3.1). Este enfoque asegura la coherencia entre los datos obtenidos de manera digital y aquellos recopilados mediante entrevistas, permitiendo actualizaciones pertinentes de los registros cuando sea necesario.

En el proceso de desarrollo de esta ontología, se realizaron 15 entrevistas exhaustivas a especialistas en medicina tradicional en la región de Cuetzalan, Puebla. Estas entrevistas se centraron en identificar las plantas medicinales autóctonas utilizadas en la medicina local, las enfermedades específicas que estas plantas ayudan a tratar, las partes de las plantas que se utilizan y las prácticas de tratamiento asociadas. La selección de Cuetzalan como área de estudio fue estratégica, dada su rica herencia en medicina tradicional y la diversidad de conocimientos que poseen sus habitantes. Este enfoque metodológico y la profundidad de las entrevistas proporcionan una base robusta para la validación de la ontología, asegurando que los términos y relaciones definidos reflejen fielmente el conocimiento y las prácticas tradicionales de la comunidad. La actualización de la información en la ontología se realizará de manera semestral, aprovechando tanto

revisiones sistemáticas de la literatura reciente como sesiones de consulta con expertos en medicina tradicional mexicana. Este proceso incluye la evaluación de nuevos hallazgos y prácticas emergentes en el campo, así como la incorporación de correcciones o adiciones sugeridas por los usuarios de la ontología.

El objetivo principal de esta ontología es proporcionar un conjunto de términos controlados que posibilite describir de manera semántica las relaciones entre los conceptos en el ámbito de la medicina tradicional. Para lograrlo, se empleó el lenguaje de ontologías Web Ontology Language (OWL) 2.

La ontología actualmente consta de 5 clases principales, que incluyen diversas plantas medicinales, enfermedades, síntomas y efectos secundarios, con más de 100 subclases que detallan especificidades como tipos de enfermedades o categorías de plantas. Además, se han definido propiedades de objetos, que relacionan estas clases y subclases en contextos médicos específicos, y propiedades de datos, que proporcionan información adicional sobre características como nombres científicos, descripciones y usos medicinales. Se incluyen también axiomas, que ayudan a mantener la coherencia lógica y facilitan la inferencia de nuevos conocimientos a partir de la información existente.

Este modelo ontológico abarca diversos conceptos relacionados con la medicina tradicional mexicana.

“Planta_medicinal”: Representa aquellas plantas utilizadas con propósitos terapéuticos y medicinales en la medicina tradicional mexicana. Estas plantas albergan compuestos químicos naturales con potenciales propiedades curativas o aliviadores de síntomas de diversas enfermedades.

“Enfermedad”: En el contexto de la medicina tradicional mexicana, representa la alteración o desequilibrio en el estado de salud de una persona, pudiendo estar asociada a factores físicos, emocionales, mentales o espirituales. Se sostiene que las enfermedades pueden ser causadas por diversos elementos, como malos hábitos alimenticios, mal aire, sustos, energías negativas o fuerzas sobrenaturales.

“Efecto_secundario”: Se refiere a las reacciones no deseadas o adversas que pueden surgir como resultado del uso de una planta medicinal u otra forma de tratamiento. En la medicina tradicional mexicana, algunas plantas medicinales pueden

tener efectos secundarios, por lo que se considera esencial tenerlos en cuenta.

“Síntoma”: Representa las manifestaciones o signos que experimenta una persona cuando está enferma, ya sean físicos, como dolor, fiebre y tos, o emocionales y mentales, como tristeza, ansiedad o fatiga. En la medicina tradicional mexicana, los síntomas se consideran pistas cruciales para identificar la raíz del problema y determinar un tratamiento adecuado.

En el siguiente extracto (ver Figura 1) se aprecian del lado izquierdo las clases principales:

“Planta_medicinal”, “Enfermedad”, “Efecto_secundario” y “Síntoma”, cada una con las subclases correspondientes a su contexto; mientras que, con el apartado OntoGraf es posible visualizar gráficamente las relaciones de esta representación semántica aplicadas a un ejemplo particular de la planta medicinal llamada “Abrojo”, utilizada en el tratamiento de enfermedades como la “Tos”, “Diabetes” o “Huesos_quebrados” (definidas en subclases) y especificando sus efectos secundarios entre los que se encuentran “Nauseas” e “Irritacion_de_la_piel”. Como relación adicional, se contempla a la “Tos” una enfermedad o un síntoma que es posible atender con plantas como “Tejocote”, “Bugambilia”, “Limon” y “Gordolobo”.

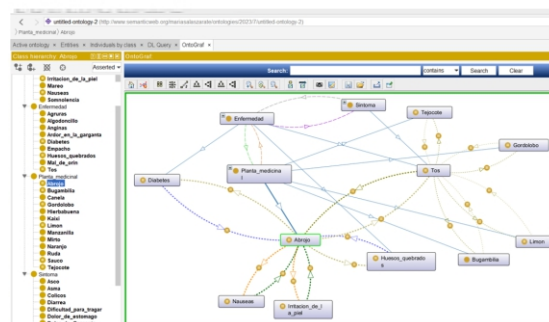


Figura 1. Extracto ontología.

En la Figura 2 se pueden ver algunas de las propiedades específicas que se otorgan al “Abrojo” dentro de la opción *Annotations*. En un *Label* (etiqueta) se almacenan los diferentes nombres atribuidos a esta planta y haciendo uso del *Comment* (comentario) se incluye su nombre científico, así como su descripción física y estructural.

En la Figura 3 se tiene una dinámica similar en el uso de los *Comments*, esta vez dirigida al apartado de *Equivalent To*, es decir, el área que almacena y simplifica las relaciones entre clases y subclases. Para conocer sus especificaciones,

basta con seleccionar algún elemento para visualizar la descripción de los efectos secundarios o su forma de uso de acuerdo con la enfermedad para la cual va dirigida.

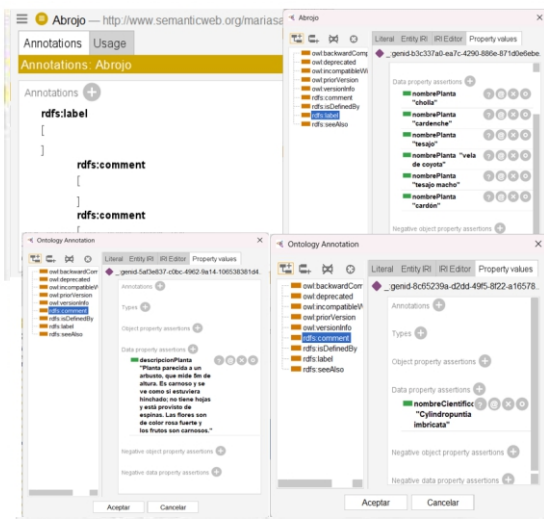


Figura 2. Ejemplo “Planta medicinal - Abrojo” (propiedades).

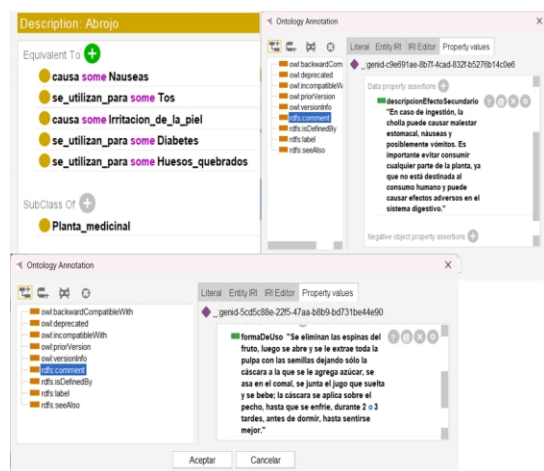


Figura 3. Ejemplo “Planta medicinal – Abrojo” (equivalente a).

3.3 Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) aplicado a comentarios sobre plantas medicinales en Redes Sociales

Esta sección del artículo se centra en la aplicación de técnicas de Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) para analizar de manera detallada los comentarios y discusiones relacionadas con plantas medicinales en redes sociales. La inclusión de esta temática responde a la creciente importancia de comprender la percepción pública, el intercambio de experiencias y la difusión de conocimientos en el ámbito de la medicina tradicional y plantas medicinales a través de plataformas digitales.

Para recolectar datos en X (anteriormente Twitter), se utilizó la interfaz de programación de aplicaciones (API) de X, una herramienta que posibilita el acceso y la extracción de contenido de manera estructurada y automatizada desde esta plataforma. En cuanto a la obtención de comentarios y contenido vinculado a la medicina tradicional en Facebook, se desarrolló un "scraper" mediante el lenguaje de programación Python.

El criterio empleado para seleccionar y analizar comentarios en las plataformas sociales se centró en la relevancia y especificidad respecto a los términos y conceptos definidos en la ontología de medicina tradicional. Se utilizaron un conjunto de palabras clave y frases específicas, identificadas previamente en la ontología, para filtrar y recoger comentarios que realmente abordaran las plantas medicinales y sus usos, enfermedades tratadas, y prácticas relacionadas.

Para llevar a cabo el procesamiento de opiniones relacionadas con la medicina tradicional, se utilizó el API de MeaningCloud, la cual demostró ser una herramienta eficaz y versátil en el análisis de lenguaje natural. La utilización de MeaningCloud permitió una evaluación precisa y contextual de las opiniones expresadas en textos relacionados con la medicina tradicional, brindando perspectivas valiosas sobre las emociones asociadas a este ámbito. Con su capacidad para analizar sentimientos, identificar aspectos relevantes y realizar un análisis semántico profundo, MeaningCloud se consideró como una herramienta fundamental en el estudio de las opiniones en el contexto de la medicina tradicional.

En la Figura 4, se presenta un extracto en formato JSON del resultado obtenido al analizar una opinión con MeaningCloud.

Como se puede observar, se analiza el comentario “El té de manzanilla tiene acción astringente, por eso las abuelitas y mamás lo recomiendan para tratar la diarrea, es muy bueno !” el cual tiene un *score_tag* “P”, lo cual significa que la opinión es Positiva.

```

{
  "agreement": "DISAGREEMENT",
  "confidence": "92",
  "irony": "NONIRONIC",
  "model": "general_es",
  "score_tag": "P",
  "sentence_list": [
    {
      "agreement": "DISAGREEMENT",
      "bag": "y",
      "confidence": "92",
      "endp": "129",
      "inip": "8",
      "score_tag": "P",
      "segment_list": [...],
      "sentimented_concept_list": [...],
      "sentimented_entity_list": [...],
      "text": "El té de manzanilla tiene acción astringente, por eso las abuelitas y mamás lo recomiendan para tratar la diarrea, es muy bueno !",
      "status": "..."
    }
  ],
  "sentimented_concept_list": [...],
  "sentimented_entity_list": [...],
  "status": "..."
}

```

Figura 4. Extracto de una opinión analizada con MeaningCloud.

3.4 Desarrollo de la Plataforma Web (TraditionalMxmedicine)

El último paso del enfoque consistió en desarrollar una plataforma Web que integre la información previamente mencionada en los apartados 3.1-3.3.

En la Figura 5, se presenta la página principal de la plataforma web, en la cual se presenta el menú al que el usuario puede acceder. Este menú incluye las siguientes opciones:

1. Visualizar información detallada sobre plantas medicinales.
2. Consultar información sobre enfermedades y las plantas medicinales asociadas.
3. Explorar el directorio de especialistas en medicina tradicional.



Figura 5. Página de Inicio.

En la Figura 6 se puede observar la interfaz donde el usuario puede realizar las siguientes acciones: 1) conocer plantas medicinales y usos, 2) conocer plantas medicinales para una enfermedad en específico, 3) conocer especialistas de medicina tradicional.

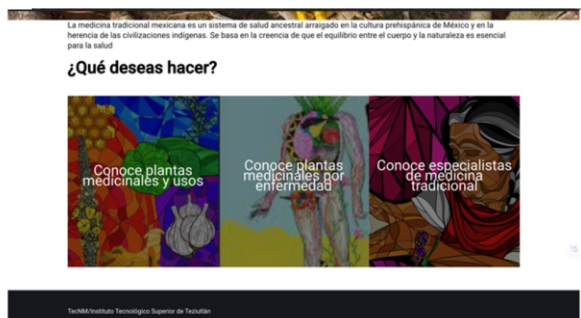


Figura 6. Inicio (opciones).

En la Figura 7, se muestran las especies de plantas medicinales empleadas en la región nororiental del estado de Puebla. Para cada planta se incluye una breve descripción, junto con la capacidad para que el usuario la seleccione con el fin de acceder a información adicional. Además, en esta interfaz, el usuario tiene la posibilidad de llevar a cabo búsquedas por el nombre de las plantas.



Figura 7. Plantas medicinales (vista general).

En la Figura 8 se presenta una descripción detallada de una planta medicinal. En esta interfaz, la plataforma tiene la capacidad de recopilar información de redes sociales relacionada con las experiencias de los usuarios en cuanto a esta planta. La interfaz muestra información sobre la efectividad, la confiabilidad y la presencia de posibles efectos adversos informados por algunos usuarios que han consumido la planta.

MANZANILLA



Figura 8. Planta medicinal (vista específica).

Adicionalmente, es posible notar, en las Figuras 9 y 10, que la interfaz presenta

información detallada sobre la planta medicinal, incluyendo aspectos como sinonimia, botánica y ecología, etnobotánica, historia, química, farmacología, principios activos y toxicidad.



Figura 9. Planta medicinal (vista específica-datos planta).

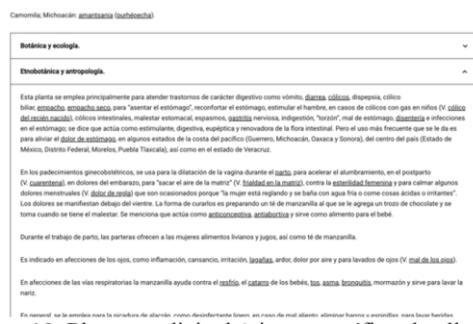


Figura 10. Planta medicinal (vista específica-detalles planta).

En las Figuras 11 y 12, se puede apreciar que el usuario tiene la capacidad de examinar una variedad de enfermedades y las plantas asociadas a ellas. Además, la interfaz le brinda la posibilidad de llevar a cabo búsquedas por enfermedad.



Figura 11. Plantas medicinales por enfermedad (Inicio).

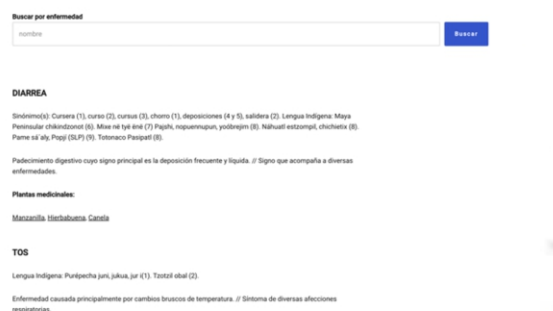


Figura 12. Plantas medicinales por enfermedad.

En la Figura 13, se pueden visualizar a especialistas de medicina tradicional organizados por categorías. En esta interfaz, se proporciona una breve descripción, permitiendo al usuario hacer clic en "Ver más" para acceder al directorio completo de especialistas.



Figura 13. Especialistas medicina tradicional.

Por último, en la Figura 14, se puede apreciar que al hacer clic en el botón "Ver más", la aplicación muestra una interfaz con los contactos de especialistas en esa categoría.

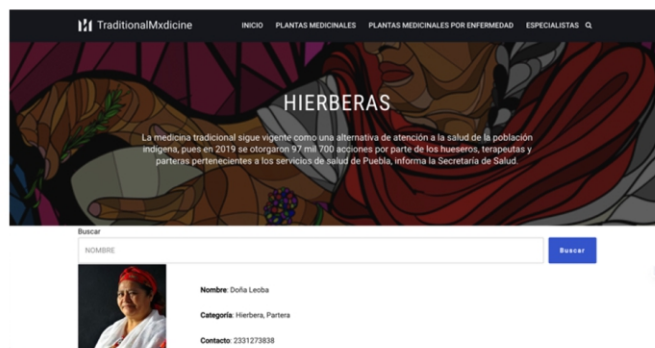


Figura 14. Especialistas medicina tradicional (información detalla).

4 Discusión

La iniciativa de impulsar la preservación de la Medicina Tradicional en la Sierra Nororiental del estado de Puebla mediante una Plataforma

Por otro lado, se considera importante investigar la incorporación de tecnologías emergentes, como realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV), para ofrecer experiencias interactivas y educativas, permitiendo a los usuarios sumergirse virtualmente en la práctica y conocimiento de la medicina tradicional.

Adicionalmente, se busca implementar funciones interactivas que permitan a los usuarios contribuir con sus propias experiencias, recetas y tradiciones, creando así una comunidad participativa que fortalezca la plataforma como un recurso en constante evolución.

Se planea incluir en el sistema una sección de retroalimentación continua, donde los practicantes y expertos pueden sugerir modificaciones o adiciones a través de una interfaz diseñada para facilitar la interacción y el intercambio de conocimientos. Este mecanismo asegurará que la ontología se mantenga actualizada y relevante, reflejando los avances y cambios en el campo de la medicina tradicional.

Finalmente, los autores consideran trabajar en mejorar la plataforma, para que sea accesible y respetuosa con las variadas expresiones lingüísticas y culturales presentes en la Sierra Nororiental de Puebla.

Agradecimientos

Los autores agradecen al TecNM/ITS Teziutlán por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto, así como al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por el apoyo otorgado a través de la Convocatoria 2023: Proyectos de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación. Finalmente, los autores agradecen al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por la beca de maestría otorgada al autor Paola Gómez-García a través de la convocatoria "Becas nacionales para estudios de posgrado 2022".

Referencias bibliográficas

- Cabada-Aguirre, P., López López, A. M., Mendoza, K. C. O., Garay Buenrostro, K. D., Luna-Vital, D. A., & Mahady, G. B. (2023). Mexican traditional medicines for women's reproductive health. *Scientific Reports 2023* 13:1, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29921-1>
- Calzada, F., & Bautista, E. (2020). Plants used for the treatment of diarrhoea from Mexican flora with amoebicidal and giardicidal activity, and their phytochemical constituents. *Journal of Ethnopharmacology*, 253. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2020.112676>
- Castro-Pérez, K., Sánchez-Cervantes, J. L., del Pilar Salas-Zárate, M., Bustos-López, M., & Rodríguez-Mazahua, L. (1 C.E.). An Opinion Mining Approach for Drug Reviews in Spanish. *Https://Services.Igi-Global.Com/Resolvedoi/Resolve.aspx?Doi=10.4018/978-1-7998-4730-4.Ch021*, 445–480. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4730-4.CH021>
- Chen, L., Lu, D., Zhu, M., Muzammal, M., Samuel, O. W., Huang, G., Li, W., & Wu, H. (2019). OMDP: An ontology-based model for diagnosis and treatment of diabetes patients in remote healthcare systems. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 15(5). <https://doi.org/10.1177/1550147719847112> 2/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_1550147719847112-FIG12.JPEG
- Díaz García, J. M., & Solano Lara, C. (2023). *El patrimonio biocultural de México; un tesoro de los pueblos indígenas*. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/784-el-patrimonio-biocultural-de-mexico-un-tesoro-de-los-pueblos-indigenas>
- Gao, S., Ren, G., & Li, H. (2022). Knowledge Management in Construction Health and Safety Based on Ontology Modeling. *Applied Sciences 2022*, Vol. 12, Page 8574, 12(17), 8574. <https://doi.org/10.3390/APP12178574>
- García-Díaz, J. A., Cánovas-García, M., & Valencia-García, R. (2020). Ontology-driven aspect-based sentiment analysis classification: An infodemiological case study regarding infectious diseases in Latin America. *Future Generations Computer Systems: FGCS*, 112, 641–657. <https://doi.org/10.1016/J.FUTURE.2020.06.019>
- Luna-Aveiga, H., Medina-Moreira, J., Lagos-Ortiz, K., Apolinario, O., Paredes-Valverde, M. A., Salas-Zárate, M. D. P., & Valencia-García, R. (2018). Sentiment polarity detection in social networks: An approach for asthma disease management. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 629, 141–152.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-61911-8_13/COVER

Ramírez-Tinoco, F. J., Alor-Hernández, G., Sánchez-Cervantes, J. L., Salas-Zárate, M. del P., & Valencia-García, R. (2019). Use of sentiment analysis techniques in healthcare domain. *Studies in Computational Intelligence*, 815, 189–212. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06149-4_8/COVER

Rodríguez, J. (2022). *La herbolaria se marchita*. UNAM. (2009). *Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana*. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/>