



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN

**CATÁLOGO DIGITAL DE PLANTAS MEDICINALES CON RECURSOS
MULTIMEDIA Y MODELADO 3D PARA EL APRENDIZAJE Y LA
DIVULGACIÓN CIENTÍFICA.**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
**MAESTRA EN TECNOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE Y EL
CONOCIMIENTO**

PRESENTA:

LIC. VIRIDIANA ARIAS DE LA CRUZ

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DRA. ERIKA YUNUEN MORALES MATEOS

EN CODIRECCIÓN DE:

DR. OSCAR ALBERTO GÓNZALEZ GÓNZALEZ

CUNDUACÁN, TABASCO, A JUNIO 2026

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Declaración de Autoría y Originalidad

En la ciudad de Cunduacán, el día del mes del año 2026, el que suscribe **Viridiana Arias de la Cruz**, alumna del Programa de Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento con número de matrícula 241H20002 adscrito a la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información. de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autora de la Tesis presentada para la obtención del grado de maestro y **“Catalogo Digital de Plantas Medicinales con Recursos Multimedia y Modelado 3d para el Aprendizaje y la Divulgación Científica”**, dirigida por la Dra. Erika Yunuen Morales Mateos y el Dr. Oscar Alberto González González.

DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de: originalidad o contenido de la Tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 18 de mayo de 2026



Viridiana Arias de la Cruz.

Cunduacán, Tabasco, a 19 de mayo de 2026
Oficio No. 0911/2026/DACYTI/D

Asunto: Autorización de impresión de Tesis

C. Viridiana Arias de la Cruz

Egresada de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento

En virtud de que cumple satisfactoriamente los requisitos establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente en la Universidad, informo a Usted que se autoriza la impresión del trabajo recepcional **"Catalogo digital de plantas medicinales con recursos multimedia y modelado 3D para el aprendizaje y la divulgación científica"**, para presentar examen y obtener el Grado de Maestra en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

Atentamente


Dra. Laura Betariz Vidal Turribiates
Directora



C.c.p. Dr. Omar Jesús Pérez. - Encargado del despacho de la Coordinación de Posgrado.
Consecutivo.

DRA.*/LBVT

Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura, Col. Magisterial,
Villahermosa, Centro, Tabasco, Mex. C.P. 86040.
Tel (993) 358 15 00 e-Mail: rectoria@ujat.mx

www.ujat.mx

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 18 de mayo de 2026

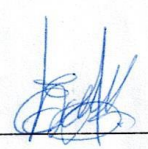
Por medio de la presente manifestamos haber colaborado como AUTOR(A) y/o AUTORES (RAS) en la producción, creación y/o realización de la obra denominada **“Catalogo Digital de Plantas Medicinales con Recursos Multimedia y Modelado 3d para el Aprendizaje y la Divulgación Científica”**

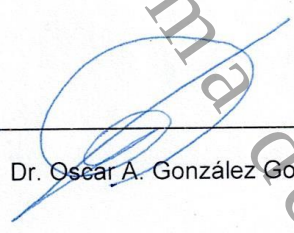
Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un periodo de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES


Viridiana Arias de la Cruz.

TESTIGOS


Dra. Erika Yunuen Morales Mateos.


Dr. Oscar A. González González.

Dedicatoria

A Dios, gracias, Padre, pues todo te lo debo a ti. Gracias por permitirme cumplir un sueño más en mi vida; gracias por estar conmigo en todo momento. A ti la gloria y la honra por siempre.

A mi amado esposo, Ever Arquímedes Blé González, gracias porque siempre estuviste a mi lado motivándome y brindándome tu ayuda con tanto amor. Gracias por tu paciencia y por ser parte de este proyecto. Te amo.

A mis hijos, Meredith Blé Arias y Heber Arquímedes Blé Arias, gracias, mis amores, por su amor, paciencia y comprensión; por todas las noches que se quedaron a mi lado hasta terminar. Ustedes son y serán siempre el motivo más importante de mi corazón.

A mis padres, Héctor Arias y María E. de la Cruz, los amo y les agradezco porque siempre se han esforzado por darme lo mejor. Papá, gracias por siempre estar con nosotros.

A mi suegra, Olga González, gracias por motivarme a seguir superándome; y a mi suegro, Arquímedes Blé (Q. E. P. D.), porque, aunque hoy no estás presente, dejaste un gran reflejo en tu hijo, quien demuestra el amor abnegado que tú también nos brindaste en vida.

A mis hermanos, Héctor, Leidy y Giovanny, y a mi sobrino Daniel, gracias por todo su apoyo. Son un pilar importante en mi vida.

Agradecimientos

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en especial a la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información, por el apoyo brindado para llevar a cabo esta investigación y por facilitar el acceso a los recursos necesarios.

A los profesores que formaron parte importante de mi formación en la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento, gracias por compartir con amor y dedicación sus conocimientos, y por estar siempre dispuestos a brindarnos su apoyo.

Agradezco a la Dra. Erika Yunuen Morales Mateos, quien fue mi directora de tesis. Gracias por estar siempre dispuesta a compartir sus conocimientos, por ser guía en este proceso y, sobre todo, por su amistad. De igual forma, agradezco al Dr. Óscar González por todo el apoyo brindado durante el transcurso de esta maestría, así como por todos sus consejos y enseñanzas.

Agradezco también al Dr. Arturo Corona, quien siempre nos mostró el camino de la innovación en cada proyecto; gracias por su apoyo incondicional. Al Dr. Juan de Dios González, gracias por tantos consejos y por su entrega en nuestro proceso de aprendizaje. Asimismo, al Dr. Rafael Mena y al Dr. Eddy Arquímedes Alcocer, quienes fueron de gran ayuda para concluir este proyecto.

“Gracias, porque gracias a personas como ustedes el conocimiento sigue avanzando y trasciende generaciones.”

Índice de Contenido

Capítulo I. Introducción	12
1.1 Planteamiento del Problema.....	12
1.1.1 Uso de plantas.....	12
1.1.2 Acceso abierto y divulgación científica.	13
1.1.3 Investigación Científica y saber tradicional	16
1.1.4 Problemas taxonómicos	17
1.2 Pregunta de Investigación.....	21
1.3 Hipótesis o supuesto	21
1.4 Objetivos.....	22
1.4.1 Objetivo General.....	22
1.4.2 Objetivos Específicos.....	22
1.5 Justificación	22
1.5.1 Importancia del uso de plantas.....	22
1.5.2 Valor sociocultural y etnobotánico	23
1.5.3 Necesidad científica y de salud pública	24
1.5.4 Divulgación científica y apropiación social.....	25
1.5.5 Importancia investigativa	26
1.5.6 Innovación Tecnológica	27
1.5.7 Impacto social y proyección	30
1.6 Metodología.....	31
1.6.1 Tradiciones cualitativas	32
1.6.2 Modelos para la creación del Catálogo Digital.....	33
1.6.3 Muestreo cualitativo	35
1.6.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	36
Capítulo II. Marco Teórico.	38

2.1. Marco Referencial.	38
2.1.1 La digitalización de herbarios y el aprendizaje de plantas medicinales.	38
2.1.2 Implementación de tecnologías emergentes en contextos para el aprendizaje.	39
2.2. Marco Conceptual.	48
2.2.1 Conceptos Principales del estudio	48
2.2.2 Teorías del aprendizaje	50
2.2.3 Tecnologías Digitales.	51
2.3. Marco Tecnológico	54
2.4. Marco Legal.....	55
2.4.1 Blender	55
2.4.2. GitHub	56
2.4.3. Replit	56
2.4.4. Leyes referentes a datos personales y derechos de autor	57
2.4.5. Leyes que regulan la conservación de recursos Biológicos.	57
Capítulo III. Aplicación de la Metodología.....	59
3.1 Muestreo.....	59
3.1.1 Métodos de muestreo cualitativo.	60
3.1.2 Proceso de selección de participantes	62
3.2 Diseño de la investigación.	64
3.2.1 Tipo de intervención	65
3.2.2 Aplicación del modelo LXD, UX Y PROTOTIPADO.....	67
3.2.3 Variables.....	76
3.3 Procedimiento.....	77
3.4 Análisis de Datos.....	82
3.4.1Análisis de datos de la muestra de expertos.	82
3.4.2 Análisis de datos del muestreo por conveniencia (estudiantes universitarios) .	84
3.4.3 Análisis de datos de la muestra de voluntarios (población general y saber tradicional).....	85

3.4.4 Síntesis y triangulación	86
Capítulo IV. Resultados y Discusión	89
4.1. Resultados.....	89
4.1.1 Resultados Muestra de Expertos.....	89
4.1.2 Resultados Muestreo por conveniencia. (Estudiantes).....	100
4.1.3 Resultados Muestreo de voluntarios. (Público general).....	108
4.2. Discusión.....	146
4.2.1 Propuesta y comparación de resultados.....	146
4.2.2 Explicación de los resultados.....	147
4.2.3 Implicaciones de los resultados.....	150
Referencias citadas.....	154
Anexo 1. Instrumentos de evaluación y recolección de los datos.....	163
Anexo 2. Cronograma de actividades.....	167
Anexo 3. Diseños y prototipos.....	168
Anexo 4. Declaración de Uso de Inteligencia Artificial Generativa.....	181
Anexo 5. Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	182

Índice de Tablas

Capítulo II

Tabla 2.1 Síntesis de investigaciones sobre digitalización de herbarios.....	49
--	----

Capítulo III

Tabla 3.1 Métodos de muestreo cualitativo aplicados en la presente investigación.....	63
Tabla 3.2 Criterios de inclusión considerados para la selección de participantes.....	65
Tabla 3.3 Proceso del primer prototipo o prototipo de baja fidelidad.....	75
Tabla 3.4 Desarrollo del prototipo Final.....	77
Tabla 3.5 El proceso de análisis se estructura en las siguientes fases.....	89

Capítulo IV

Tabla 4.1 Categorías emergentes identificadas en el análisis del grupo de expertos.....	101
Tabla 4.2 Triangulación de los resultados en base a cada tipo de muestra.....	149

Índice de Figuras

Capítulo III

Figura 3.1 Vista de la sección de validación científica y galería de imágenes del catálogo digital interactivo.....	67
Figura 3.2 Componentes interactivos del catálogo digital: visualización 3D y geolocalización de la especie.....	68
Figura 3.3 Proceso de conceptualización: boceto manual.....	69
Figura 3.4 Wireframes de navegación y arquitectura de información del catálogo digital.....	70
Figura 3.5 Sesión de prueba y validación del catálogo digital con usuarios.....	71
Figura 3.6 Versión refinada del catálogo digital posterior al proceso de iteración y mejora.....	71
Figura 3.7 Ciclo iterativo de diseño y mejora de las experiencias de aprendizaje.....	72
Figura 3.8 Diagrama Proceso de Diseño aplicando los modelos UX, LXD y Prototipado.....	73
Figura 3.9 Diagrama de Desarrollo del Prototipo Final.....	75

Capítulo IV

Figura 4.1 Análisis cualitativo del grupo de expertos.....	91
Figura 4.2 Nube de palabras derivada del análisis de las entrevistas del grupo de expertos (n = 7).....	91
Figura 4.3 Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 1...92	
Figura 4.4 Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 2...93	
Figura 4.5 Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 3...94	
Figura 4.6 Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 4...95	
Figura 4.7 Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 5...95	
Figura 4.8 Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 6...97	
Figura 4.9 Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 7...98	
Figura 4.10 Distribución de frecuencia de los códigos emergentes identificados en el análisis del grupo de expertos.....	99
Figura 4.11 Gráfico del reactivo 1.....	102
Figura 4.12 Gráfico del reactivo 2.....	103

Figura 4.13 Gráfico del reactivo 3.....	104
Figura 4.14 Gráfico del reactivo 4.....	104
Figura 4.15 Gráfico del reactivo 5.....	105
Figura 4.16 Gráfico del reactivo 6.....	106
Figura 4.17 Gráfico del reactivo 7.....	106
Figura 4.18 Gráfico del reactivo 8.....	107
Figura 4.19 Gráfico del reactivo 9.....	108
Figura 4.20 Gráfico del reactivo 10.....	108
Figura 4.21 Red semántica de las respuestas de la Pregunta 1.....	111
Figura 4.22 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 1....	112
Figura 4.23 Red semántica de las respuestas de la Pregunta 2.....	114
Figura 4.24 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 2....	115
Figura 4.25 Red semántica de las respuestas de la pregunta 3.....	118
Figura 4.26 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 3....	119
Figura 4.27 Red semántica de las respuestas de la Pregunta 4.....	122
Figura 4.28 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 4....	123
Figura 4.29 Red semántica de las respuestas de la Pregunta 5.....	125
Figura 4.30 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 5....	127
Figura 4.31 Red semántica de las respuestas de la Pregunta 6.....	130
Figura 4.32 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 6....	131
Figura 4.33 Red semántica de las respuestas de la Pregunta 7.....	134
Figura 4.34 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 7....	135
Figura 4.35 Red semántica de las respuestas de la Pregunta 8.....	137
Figura 4.36 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 8....	138
Figura 4.37 Red semántica de las respuestas de la Pregunta 9.....	141
Figura 4.38 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 9....	142
Figura 4.39 Red semántica de las respuestas de la Pregunta 10.....	145
Figura 4.40 Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 10....	146

Título: CATÁLOGO DIGITAL DE PLANTAS MEDICINALES CON RECURSOS MULTIMEDIA Y MODELADO 3D PARA EL APRENDIZAJE Y LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA.

Resumen:

El uso de plantas medicinales es una práctica ancestral transmitida por generaciones. En el estado de Tabasco en las comunidades rurales no es la excepción, a un sigue siendo una alternativa para aliviar problemas de salud, sin embargo, se deja en claro que existe una desconexión entre el conocimiento ancestral y la investigación científica, lo que puede derivar en usos inadecuados, los cuales se traducen en riesgos para la salud pública, así como también en la pérdida de saberes culturales. A pesar de que existen estudios científicos sobre las propiedades taxonómicas y fitoquímicas de las plantas medicinales de diversas especies, la información permanece fragmentada y expresada en un lenguaje técnico poco entendible y accesible para la población general, lo cual deja en claro la necesidad que esos aportes lleguen sin restricciones. La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un catálogo digital interactivo de plantas medicinales integrando recursos multimedia y modelado 3D, bajo los enfoques de modelos ágiles como el Diseño de Experiencias de Aprendizaje (LXD), Experiencia de Usuario (UX) y modelo de prototipado. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo aplicado, las tradiciones cualitativas incorporadas fueron tradiciones como la etnografía, fenomenología, hermenéutica y teoría de sistemas. La recolección de los datos se realizó mediante entrevistas a grupos focales, entrevistas semiestructuradas, así como también observación participativa y análisis documental, los datos fueron procesados en el software Atlas.ti para identificar patrones y categorías emergentes. Los resultados obtenidos en la presente investigación evidenciaron que la integración de modelado 3D, contenidos multimedia y visualización interactiva favorece la comprensión de conceptos botánicos y fitoquímicos, mejora la experiencia de aprendizaje y facilita la apropiación social del conocimiento científico sobre plantas medicinales. Se concluye que el catálogo digital constituye una herramienta innovadora para fortalecer la

divulgación científica, promover el uso informado y responsable de plantas medicinales y terminar con las barreras existentes entre ciencia y tradición.

Palabras clave: catálogo digital, plantas medicinales, modelado 3D, divulgación científica, aprendizaje significativo.

Abstract

The use of medicinal plants is an ancestral practice passed down through generations. In the state of Tabasco, rural communities are no exception; it remains an alternative for alleviating health problems. However, it is clear that there is a disconnect between ancestral knowledge and scientific research, which can lead to inappropriate uses that translate into risks to public health, as well as the loss of cultural knowledge. Although scientific studies exist on the taxonomic and phytochemical properties of various medicinal plant species, the information remains fragmented and expressed in technical language that is difficult for the general population to understand and access. This underscores the need for this information to be disseminated without restrictions. The objective of this research was to develop an interactive digital catalog of medicinal plants, integrating multimedia resources and 3D modeling, using agile approaches such as Learning Experience Design (LXD), User Experience (UX), and prototyping. The study was conducted using an applied qualitative approach, incorporating qualitative traditions such as ethnography, phenomenology, hermeneutics, and systems theory. Data collection was carried out through focus group interviews, semi-structured interviews, participant observation, and document analysis. The data were processed using Atlas.ti software to identify emerging patterns and categories. The results obtained in this research demonstrated that the integration of 3D modeling, multimedia content, and interactive visualization enhances the understanding of botanical and phytochemical concepts, improves the learning experience, and facilitates the social appropriation of scientific knowledge about medicinal plants. It is concluded that the digital catalog constitutes an innovative tool for strengthening scientific dissemination, promoting the

informed and responsible use of medicinal plants, and overcoming existing barriers between science and tradition.

Keywords: digital catalog, medicinal plants, 3D modeling, scientific dissemination, meaningful learning.

Capítulo I. Introducción

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Uso de plantas

Desde tiempos antiguos, las plantas medicinales han sido parte esencial de la vida cotidiana de muchas culturas. En comunidades rurales y urbanas, es común encontrar infusiones, ungüentos y remedios caseros elaborados a partir de hierbas medicinales, en la actualidad estas recetas han sido transmitidas de generación en generación. Esta sabiduría ancestral transmitida, aunque rica en historia y significado, convive con una preocupante realidad: el uso generalizado de plantas con fines terapéuticos sin el respaldo de evidencia científica lo que puede representar un riesgo para la salud.

En la actualidad, mientras la medicina moderna avanza a pasos agigantados, muchas personas siguen recurriendo a plantas medicinales como primera opción para tratar enfermedades comunes, muchas veces sin saber exactamente qué compuestos están consumiendo, qué efectos pueden tener en su organismo o si existen contraindicaciones. Esta brecha entre el conocimiento tradicional y la ciencia formal pone de relieve la necesidad urgente de acercar los descubrimientos científicos a la sociedad, de forma clara, accesible y comprensible.

En diferentes partes del mundo, el uso de plantas medicinales es común, en México no es la excepción pues debido a los principales problemas como lo es el alto costo de medicamentos se convierte en una alternativa para aliviar malestares en su mayoría moderados y leves. El sauce es un ejemplo claro pues muchas personas de edad adulta recomendaban masticar corteza de sauce para aliviar dolores de cabeza o fiebre. La aspirina, cuyo principio activo es el ácido salicílico, se puede encontrar en la corteza de sauce, pero no fue hasta 1899 cuando Bayer comenzó a vender la aspirina en su forma

actual (ácido acetilsalicílico) después de investigar cómo aislar el metabolito y crearlo de forma sintética (Carlos Alberto López Rosas et al., 2023).

A pesar de los notables esfuerzos por mejorar la cobertura de los programas de salud en México, esta sigue siendo insuficiente, lo que ha llevado a que, en las comunidades rurales del Estado de Tabasco, el uso de plantas con fines medicinales se convierta en una de las prácticas adoptadas por la población. Esta actividad, heredada a lo largo de generaciones, implica que los conocimientos de herbolaria son transmitidos por los ancianos, quienes a su vez recibieron esta tradición de los mayas y chontales, compartiendo sus saberes con los demás miembros de la familia. De esta manera, se busca no perder las experiencias y conocimientos en el uso de plantas medicinales. (Casas et al., 2001; Canales et al., 2006; Monroy y Castillo, 2007). En base a los antecedentes con los cuales se cuentan se hace presente la necesidad de conocer los hallazgos de investigación científica sobre las plantas medicinales, pues se deben conocer las estructuras químicas responsables de sus efectos tanto positivos como negativos (Carlos Alberto López Rosas et al., 2023).

Hasta el momento una gran parte de la población mexicana recurre a terapias alternativas de la medicina tradicional. Regiones como la comunidad maya en Tabasco y algunas localidades en el Estado de Chiapas, poseen conocimientos ancestrales sobre diversas especies y tienen una larga tradición en el uso de plantas con fines medicinales. Sin embargo, el uso que le dan conlleva a riesgos a la hora de consumirlos debido a que no tienen un control en lo respecta a las dosis específicas para la administración, que previene la posible intoxicación como efecto adverso.

1.1.2 Acceso abierto y divulgación científica.

En México, específicamente en el estado de Morelos, se encuentra el Centro de Investigación Biomédica del Sur, donde se desarrolla investigación orientada al reconocimiento de las actividades biológicas de los compuestos químicos presentes en

las plantas, incluyendo la evaluación de su toxicidad. Muchos de los resultados derivados de estas investigaciones se publican en revistas científicas de alto impacto; sin embargo, el lenguaje altamente técnico utilizado en estos artículos dificulta su comprensión por parte de la población en general la cual carece de los conocimientos en términos científicos. Esto provoca que los aportes permanezcan en el ámbito académico y no se traduzcan en información clara y accesible para la sociedad. Esta falta de divulgación efectiva impide que el conocimiento se distribuya adecuadamente y se convierta en beneficios concretos para la comunidad.

Entrevistas informales con investigadores revelaron que, si bien están profundamente enfocados en el estudio de los compuestos activos de las plantas medicinales, el lenguaje altamente técnico con el que se comunican sus resultados dificulta que estos aportes científicos sean comprendidos por otros sectores de la sociedad. Esta situación representa una barrera significativa, especialmente para aquellos que no son investigadores y que no están familiarizados con el lenguaje técnico o los términos especializados que comúnmente se utilizan en el ámbito científico, lo cual dificulta la comprensión y el aprovechamiento de dicho conocimiento en especial con aquellos que hacen uso de las plantas como una alternativa para la salud.

Los aportes de investigación científica son esenciales en la difusión del conocimiento ya que forman parte del desarrollo social y económico. A través de los años, estos aportes se han centrado en buscar soluciones para mejorar áreas como la salud y la educación. Los investigadores buscan publicar rápidamente sus hallazgos, utilizando principalmente revistas científicas, que permiten una difusión más ágil. Sin embargo, las publicaciones más importantes suelen estar en plataformas de alto prestigio y son costosas, lo que limita el acceso a países e instituciones con menos recursos, generando desigualdad en el acceso a la información científica.

Tal es el caso de México donde las investigaciones publicadas referentes a las propiedades biológicas de las plantas muchas veces comienzan en revistas locales de alguna institución (Muñoz López, 2016).

La falta de acceso abierto a las publicaciones científicas dificulta la difusión del conocimiento de diversas maneras. En primer lugar, restringe el acceso a información que podría beneficiar la salud pública y el desarrollo industrial. Además, genera desigualdad en el acceso, creando una brecha entre instituciones con recursos suficientes para acceder a Bases de Datos restringidas y aquellas que no pueden pagar las suscripciones.

La falta de acceso a información científica en formatos libres limita la implementación de nuevos tratamientos y soluciones, ya que los profesionales carecen de acceso a la información necesaria. Al igual, limita la visibilidad de los investigadores, afectando su reconocimiento y apoyo para futuras investigaciones. Del mismo modo obstaculiza la divulgación del conocimiento científico y la apropiación del conocimiento, añadiendo mayor dificultad al desarrollo de una cultura científica más amplia en la sociedad. En conjunto, estas limitaciones no solo afectan a la comunidad científica, sino que también obstaculizan el desarrollo del conocimiento y su aplicación en beneficio social.

Escribir y publicar son actividades fundamentales en la labor del científico. Al hacer públicas sus investigaciones, el científico puede validar su trabajo mediante la crítica de sus colegas y facilitar la replicación de sus experimentos. Sin embargo, la relación entre los científicos y el público especialmente en lo que respecta a la divulgación ha estado marcada por conceptos como distancia, brecha y barrera (Mendizábal, 2018)

El sistema convencional de comunicación científica está en crisis, dado que no se están alcanzando los propósitos fundamentales de este: promover la difusión y el intercambio

de los hallazgos científicos para fomentar la fertilización de la ciencia y el avance científico-técnico y social de la humanidad (Morales et al., 2016).

1.1.3 Investigación Científica y saber tradicional

La desconexión entre la investigación científica y la práctica tradicional en el uso de plantas medicinales puede tener varias repercusiones negativas. En primer lugar, esta falta de comunicación limita la validación y el reconocimiento de las prácticas ancestrales que han demostrado ser efectivas a lo largo del tiempo. Al no considerar los hallazgos científicos y centrar los beneficios adquiridos solamente en el conocimiento tradicional, se corre el riesgo de que el conocimiento tradicional sea desestimado, y puede llevar a la pérdida de saberes ricamente valiosos. Además, al no existir un vínculo entre ambos saberes puede resultar en el uso inadecuado de las plantas medicinales. Sin una investigación adecuada que identifique las propiedades fitoquímicas y sus efectos, los usuarios pueden experimentar tratamientos ineficaces o, peor aún, riesgos para la salud debido a la toxicidad de algunas especies.

En la actualidad existen múltiples fuentes que avalan las propiedades de las plantas medicinales sin embargo debido a la falta de conexión entre el saber tradicional y el conocimiento científico se desaprovechan estos recursos naturales y se corre el riesgo de un uso ineficaz e inseguro. Mientras que muchas comunidades continúan transmitiendo sus saberes de generación en generación, los avances científicos sobre los compuestos fitoquímicos y sus implicaciones para la salud suelen permanecer inaccesibles para el público general, en gran parte debido al lenguaje técnico y la falta de plataformas abiertas de divulgación. Esta situación no solo limita el reconocimiento y la validación de los saberes tradicionales, sino que también expone a la población a riesgos por el uso inadecuado de plantas sin respaldo científico. Por ello, se hace urgente desarrollar estrategias que integren tecnologías digitales que permitan traducir el conocimiento especializado en formatos comprensibles, atractivos y accesibles para

estudiantes, comunidades rurales y otros grupos sociales, fomentando así un diálogo entre ciencia y tradición que contribuya tanto a la preservación cultural como al cuidado de la salud pública.

De esta manera se evidencia una desconexión entre los conocimientos ancestrales sobre las plantas y sus propiedades medicinales y su reconocimiento dentro del ámbito científico. Manco (2017) destaca la importancia de integrar el saber popular de estas comunidades, pero la falta de un vínculo efectivo con la ciencia limita la valorización de estos saberes (Manco Rueda, 2017).

1.1.4 Problemas taxonómicos

Los esfuerzos para generar automáticamente descripciones taxonómicas comenzaron a finales de los años 70 con el formato DELTA, que organiza taxones en un esquema jerárquico de caracteres, sin embargo, aunque se han desarrollado tecnologías digitales modernas como neuraltext y Quicktools que utilizan palabras clave para crear textos con lenguaje natural, estas aún no logran la precisión científica necesaria para trabajos florísticos o taxonómicos.(Serrano-Estrada et al., 2023).

A menudo se encuentran plantas que son muy parecidas entre sí. Esto genera la necesidad de identificarlas correctamente mediante taxónomos que pertenecen a un grupo multidisciplinario. Este equipo se encarga de validar las distintas especies de las plantas recolectadas para la investigación. Es fundamental que estas plantas sean identificadas por los taxónomos para evitar ambigüedades y cometer errores al momento de recolectarlas, por lo cual antes de usar o consumir plantas se debe contar con estos aportes taxonómicos.

Uno de los principales desafíos en la industria de la medicina herbal es garantizar la identificación inequívoca de las especies vegetales que se utilizarán para fabricar medicamentos herbales. La identificación a menudo se basa en análisis botánicos, que

pueden ser problemáticos debido a la alta variación fenotípica entre las especies y la comercialización de material vegetal procesado o partes de plantas no identificables (Palhares et al., 2015).

Por lo tanto, aunque se han propuesto diversas tecnologías digitales y métodos, la generación automática de descripciones taxonómicas sigue enfrentando desafíos significativos para cumplir con los estándares científicos requeridos (Serrano-Estrada et al., 2023).

La ausencia de un estándar común para las bases de datos de plantas medicinales representa un problema significativo en la etnofarmacología. Aunque el conocimiento sobre el uso de estas plantas es extenso tanto en las prácticas tradicionales como en la medicina moderna, sigue fragmentado y disperso entre diversas fuentes y comunidades.

Las plantas han sido nombradas por las personas que las utilizan, dependiendo de su ubicación geográfica y del idioma que se habla en esa área. Esto ha resultado en que una misma especie tenga diferentes nombres en distintas regiones. Además, un mismo nombre común puede referirse a varias especies distintas. Por otro lado, también ocurre que una sola especie recibe diferentes nombres, especialmente en contextos con alta diversidad cultural. Las migraciones pueden influir en este fenómeno, ya que las personas a veces rebautizan plantas basándose en su similitud con las que conocen de su lugar de origen. Estas variaciones en la nomenclatura pueden provocar confusiones que llevan a un uso incorrecto de las plantas medicinales (Maldonado et al., 2020).

Por otro lado, los nombres comunes de las especies pueden variar significativamente según su familia botánica. Un ejemplo ilustrativo es la familia Agavaceae, que incluye una amplia gama de especies con características morfológicas similares, tales como *Agave americana* L., *Agave atrovirens* Karw, *Agave lecheguilla* Torr, *Agave mezcalensis* Koch, *Agave salmiana* Otto y *Yucca elephantipes* Regel. Aunque todas pertenecen a la misma familia, sus propiedades fitoquímicas y usos etnobotánicos son notoriamente

diferentes. Todas estas especies se encuentran distribuidas en el territorio mexicano, donde han sido utilizadas tradicionalmente por diversas culturas por sus propiedades medicinales y alimenticias.

Estas variaciones en los nombres comunes y las diferencias en las propiedades de las especies dentro de la familia Agavaceae pueden dar lugar a confusiones significativas, lo que a su vez podría resultar en un uso inadecuado de las plantas medicinales. La falta de conocimiento desde el panorama científico sobre las características específicas de cada planta puede llevar a malas interpretaciones a la hora de hacer uso de estas, poniendo en riesgo la eficacia de los tratamientos, así como la seguridad de quienes las utilizan. Antes de hacer uso de cualquier planta medicinal, es esencial realizar una validación taxonómica de la especie.

Los taxónomos son quienes se encargan de asignar a cada planta un nombre científico, que consiste en un género y un epíteto específico, garantizando así una única identidad que evita ambigüedades en los nombres comunes. Sin la identificación adecuada, no se puede asegurar el uso seguro de una planta ya que existen variedades en la misma especie que pueden ser altamente tóxicas y nocivas para la salud.

A pesar de que el conocimiento sobre las aplicaciones medicinales está en aumento, la mayoría de las personas, incluidos botánicos, herbolarios, yerberos o médicos tradicionales, solo identifican las especies más comunes según su región de alcance. Esto resalta la importancia de utilizar nombres científicos, ya que, a menudo se prefieren usar los nombres comunes, su uso equivoco puede tener graves implicaciones para la salud.

Cada planta posee compuestos activos con diversas propiedades medicinales, algunas con propiedades benéficas para la salud y otras altamente tóxicas las cuales pueden resultar en daños considerables para la población que hace uso de ellas. A pesar de que

el conocimiento sobre las aplicaciones medicinales está en aumento, la mayoría de las personas, incluidos algunos botánicos, solo identifican las especies más comunes. Esto resalta la importancia de utilizar nombres científicos, ya que, aunque a menudo se prefieren los nombres comunes, su uso puede tener graves implicaciones para la salud. Cada planta posee compuestos activos con diversas propiedades medicinales, lo que implica que el riesgo de usar hierbas medicinales varía considerablemente entre ellas. Para entender el envenenamiento relacionado con estas hierbas, es crucial analizar los riesgos y desafíos presentes. Esto abarca la posible contaminación de las plantas con metales pesados, pesticidas, microorganismos patógenos y otros productos químicos dañinos.

También se deben considerar factores como dosis inapropiadas, interacciones con medicamentos convencionales y efectos secundarios que aumentan los riesgos de su uso. Algunas plantas contienen compuestos tóxicos que pueden ser dañinos si se consumen en exceso. Además, grupos específicos de la población, como niños, ancianos, mujeres embarazadas y lactantes, así como personas con enfermedades crónicas, son más propensos a sufrir complicaciones derivadas del uso de hierbas medicinales (Simões et al., 2024).

Se tiene la percepción de que las hierbas medicinales son naturales y seguras. Muchos usuarios creen que, al ser productos que se encuentran en la naturaleza, su uso es seguro y carece de efectos adversos, especialmente en comparación con la medicina convencional. Esta creencia se ve reforzada por la situación económica de muchas personas en áreas rurales, donde la pobreza limita el acceso a tratamientos modernos. Sin embargo, a pesar de esta confianza en las hierbas, muchos ignoran los riesgos asociados, como la posibilidad de toxicidad y los efectos secundarios, lo que puede llevar a complicaciones en su salud. Estas razones han llevado a los habitantes rurales a optar por el uso de hierbas medicinales, sin considerar adecuadamente los potenciales problemas de seguridad que pueden acarrear (Okaiyeto et al, 2021).

Es común pensar que los productos herbales son seguros y más efectivos que los medicamentos convencionales, lo que ha llevado a su uso creciente. Sin embargo, esta idea es engañosa y puede ser perjudicial, lo que subraya la necesidad de investigar la toxicidad de los medicamentos a base de hierbas (Kahaliw et al, 2018). Algunos estudios han encontrado que ciertas plantas, que son comunes en la medicina tradicional, pueden tener efectos genotóxicos, lo que significa que pueden dañar el material genético de las células. Este daño puede manifestarse en varias formas de alteraciones cromosómicas, como rupturas, huecos o fragmentos en los cromosomas, así como intercambios entre cromátidas hermanas. Esto indica que el uso de algunas hierbas podría implicar riesgos significativos para la salud, especialmente en lo que respecta a la integridad del ADN (Bardoloi y Soren, 2022).

Los investigadores mencionan que cuentan con los concentrados de la información de los estudios científicos relacionados con las plantas medicinales estudiadas, y con artículos de los trabajos realizados, así como también con los procedimientos utilizados en la extracción de los compuestos con actividad biológica, además, mencionan que cuentan con un equipo multidisciplinario que incluye químicos, taxónomos y biólogos, entre otros. Sin embargo, aún con todos estos recursos no se ha logrado realizar una mayor divulgación de sus aportes dentro de otros grupos de la población que desconoce de los lenguajes técnicos y términos especializados.

1.2 Pregunta de Investigación

¿Cómo puede influir un catálogo digital interactivo con modelado 3D y contenido multimedia en la experiencia de aprendizaje sobre las plantas medicinales?

1.3 Hipótesis o supuesto

La implementación de un catálogo digital de plantas medicinales, que integra modelado 3D y recursos multimedia, desarrollado bajo los modelos de LXD, UX y prototipado, mejorará la experiencia de aprendizaje y favorecerá la apropiación del conocimiento

sobre las plantas medicinales en estudiantes, grupos de investigación y público en general.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

Crear un catálogo digital de plantas medicinales utilizando tecnología multimedia y modelado 3D.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar los contenidos multimedia que se integrarán en el catálogo.
- Desarrollar los modelos 3D requeridos para el catálogo digital mediante el uso de Blender, garantizando su precisión visual y funcionalidad interactiva.
- 3.Desarrollar un catálogo digital usando recursos multimedia y modelado 3d usando los modelos de LXD, UI, Y UX,
- 4.Evaluar las percepciones sobre la experiencia de aprendizaje de los usuarios sobre el catálogo.

1.5 Justificación

1.5.1 Importancia del uso de plantas

El uso de plantas medicinales a nivel mundial es una realidad, es por ello que, durante la 78ª Asamblea Mundial de la Salud, celebrada en mayo de 2025 en Ginebra, la medicina tradicional fue reconocida como una parte esencial de los sistemas de salud en muchas regiones del mundo. La adopción de la Estrategia Mundial de Medicina Tradicional 2025-2034 por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) marca un hito importante al promover su integración basada en evidencia, así como la protección de los conocimientos ancestrales y la biodiversidad. Este reconocimiento resalta no solo el valor de las prácticas tradicionales, sino también la urgencia de generar

herramientas que faciliten su estudio, regulación y comprensión por parte de la sociedad (OMS 2025).

El Día Mundial de la Medicina Tradicional se conmemora el 22 de octubre, día establecido por la OMS en 1991 a través de la Declaración de Beijing, con el objetivo de rescatar, preservar, impulsar y difundir ampliamente el conocimiento de la medicina, los tratamientos y las prácticas tradicionales. Mediante este acuerdo, se pide a Estados, miembros de la ONU, que promuevan políticas que garanticen una segura y eficaz utilización de las medicinas tradicionales.

1.5.2 Valor sociocultural y etnobotánico

El uso de las plantas como medicina tradicional ha proporcionado múltiples beneficios desde tiempos antiguos, el conocimiento ancestral se ha transmitido de generación en generación, preservando saberes sobre la curación y el manejo de enfermedades, esto ha llevado a fortalecer la identidad cultural y al mismo tiempo beneficiar directamente a quienes utilizan sus propiedades y conocimientos sobre su uso. Los países en desarrollo son los que hacen más uso de las plantas como medicina alternativa, debido a las carencias o dificultades económicas y al poco o nulo acceso a medicamentos para tratar diversos padecimientos que aquejan a la sociedad (Lara Reimers et al., 2023).

Es por ello que la información que se pueda recopilar en las diversas regiones del país tendría relevancia etnobotánica y serviría para definir estrategias que mejoren el aprovechamiento y manejo de los recursos de la flora medicinal (Lara Reimers et al., 2023).

La medicina tradicional que se practica en las familias como una herencia cultural va en decadencia debido a la poca transmisión de los conocimientos, por ello es necesaria la evidencia científica que respalde su uso (Sánchez-Aguirre et al., 2021). Esto deja de manifiesto que el conocimiento ancestral de las plantas es importante y no debe aislarse

o ser ignorado. Pues lo ancestral puede dar pauta a trabajos de investigación y contribuir a la creación de nuevos fármacos validados de forma científica.

1.5.3 Necesidad científica y de salud pública

La investigación científica en el ámbito de las plantas medicinales es primordial para validar y optimizar el uso de estos recursos en la medicina tradicional. A través de métodos rigurosos y sistemáticos, la ciencia permite identificar las propiedades bioactivas de los compuestos fitoquímicos, garantizando su eficacia y seguridad.

El tema sobre los riesgos asociados al uso y consumo de plantas medicinales es un asunto no solo de educación si no raciocinio pues es crucial garantizar que las personas que optan por este tipo de alternativa conozcan los posibles efectos adversos que pueden presentar, es necesario que se tenga la información correcta con base científica para proteger la salud pública (Simões et al., 2024).

Los aportes realizados por la comunidad científica en temas sobre plantas medicinales son fundamentales para el avance de la divulgación del conocimiento científico el cual debe llegar de manera clara y accesible a diversos grupos de la sociedad, sin este conocimiento se corren riesgos en la población que pueden derivar en grandes problemas de salud.

La falta de difusión clara y adecuada de estos hallazgos limita el acceso al conocimiento que puede contribuir a la toma de decisiones en materia de salud y el bienestar de la comunidad. Se necesita de manera urgente hacer llegar el conocimiento científico validado a todas las esferas de la sociedad.

Investigadores mencionan que, aunque el conocimiento tradicional sobre las plantas medicinales es invaluable, se necesita de una base sólida que ayude a complementarlo y respaldarlo con investigaciones científicas que confirmen los beneficios de sus

propiedades para su uso terapéutico, así como tener en cuenta los posibles riesgos existentes que pueden derivar de su uso. Este enfoque busca asegurar la eficacia y seguridad en el uso y consumo de las plantas medicinales, así como también minimizar los riesgos asociados al uso inadecuado. La fundamentación de estos estudios rigurosos, da como resultado el enfoque hacia un uso más responsable y ético que busca beneficiar a la población en general

1.5.4 Divulgación científica y apropiación social

La divulgación de los trabajos de investigación científica es muy importante y debe romper las barreras existentes entre la sociedad y los centros de investigación, no debe quedarse solo en las bibliotecas de las universidades; no debe permanecer solo en entornos académicos, debe ser expandida y llegar a todos los sectores de la sociedad.

Las instituciones científicas deben intensificar su papel en la comunicación clara y accesible sobre las propiedades medicinales de las plantas (Maldonado et al., 2020).

Al organizar el conocimiento y clasificarlo, la ciencia busca conocer las realidades de la vida cotidiana por medio de tratamientos rigurosos. Sin embargo, no debe asumir el sentido común, que tiene su propia lógica y su propia epistemología. Este sentido común se expresa en dos modos: el conocimiento directo, basado en la tradición y la experiencia de vida y el conocimiento indirecto, que se alimenta de los medios a través de la divulgación científica.

Cuando se comunica ciencia debe incluirse en un lenguaje accesible para que el público interesado a ésta pueda incorporar estos nuevos conocimientos a su vida cotidiana. Así, puede trazarse un itinerario desde la ciencia hasta el sentido común, en donde el conocimiento científico se transforma y se contextualiza, enriqueciendo el entendimiento popular y estableciendo un diálogo entre ambos ámbitos (Mendoza García, 2015).

La percepción del público en general sobre la ciencia y la tecnología depende de su nivel socioeconómico y cognitivo. El conocimiento sobre los asuntos de investigación científica está en construcción y que es necesario aumentar en la sociedad el interés por la ciencia haciendo un uso adecuado de los medios de comunicación y tecnologías de la información. Esto, para que se cultive y sea productivo y para que el conocimiento científico impacte en las políticas públicas y contemple su rol en la solución de problemas sociales.

También se deben diseñar estrategias para que la ciencia se acerque a la sociedad y esta tome parte activa en los descubrimientos y la información impulsando mayores logros en cuanto a tomar apropiación del conocimiento científico y cultural (López Rodríguez, M. C., 2018).

1.5.5 Importancia investigativa

Sin embargo, los investigadores comentan que la falta de uso de tecnología digitales adecuadas para comunicar sus conocimientos los limita para difundir sus aportes de investigación de manera más amplia. Los alumnos que realizan estancias de investigación necesitan pasar largos tiempos de búsqueda de información en diferentes medios, ya que a un que el CIBIS cuenta con mucha información importante de investigación científica sobre las plantas esta no se encuentra almacenada en un solo formato, eso ocasiona que tengan que prolongar los tiempos de sus trabajos de investigación relacionando información relevante respecto a las plantas que se encuentran estudiando.

El contener los datos espectroscópicos del estudio de las plantas medicinales en un catálogo digital les ayudara a tener valores de referencia para sus trabajos de investigación, dándoles pautas para conocer las propiedades y los valores que deben tomar en cuenta en sus procesos de investigación, esto les evitará pasar largos tiempos de búsqueda de información en grandes cantidades de documentos impresos que

muchas veces se encuentran desorganizados y a los cuales también son de difícil acceso. Al compartir las espectrometrías de los estudios fitoquímicos, el catálogo se convertirá en un recurso valioso tanto para el público general como para otros investigadores. Esta apertura al conocimiento no solo enriquecerá el aprendizaje individual, sino que también estimulará la colaboración interdisciplinaria y el desarrollo de nuevas líneas de investigación.

Los investigadores señalaron que es crucial que el conocimiento sobre el uso correcto de estas plantas se transmita a los estudiantes y otros investigadores. Consideran que esta transmisión facilitaría un aprendizaje colaborativo, en el que el intercambio de conocimientos podría conducir a la resolución conjunta de desafíos y al desarrollo de prácticas fundamentadas en la evidencia. A través de esta colaboración, se vislumbra la posibilidad de avanzar en la creación de opciones terapéuticas efectivas que no solo respeten las tradiciones y el acervo cultural de México, sino que también se alineen con los estándares científicos actuales (Rafael Fernández Nava et al., 2001).

1.5.6 Innovación Tecnológica

Ante este panorama, se vuelve fundamental contar con medios accesibles y actualizados que permitan divulgar los aportes científicos relacionados con el uso de plantas medicinales, de manera que se preserven los saberes tradicionales y se promueva su apropiación social desde una perspectiva informada. Por ello, el desarrollo de un catálogo digital con realidad aumentada se plantea como una alternativa pertinente para contribuir a la divulgación del conocimiento herbolario, al integrar el rigor científico con estrategias didácticas y el uso de tecnología digital. Este tipo de recurso puede favorecer la diseminación accesible del saber tradicional, al tiempo que fortalece el vínculo entre la ciencia y la tradición, promoviendo el respeto, la valoración y el uso responsable de los recursos naturales en contextos educativos y comunitarios.

El término “realidad aumentada” (RA, por sus siglas en inglés) se refiere a una tecnología que combina elementos reales y virtuales, los cuales permiten la interacción en tiempo real y así como el registro de objetos en tres dimensiones (Azuma, 1997).

La Realidad aumentada es una de las tecnologías digitales más exitosas nuestra época actual, puesto que brinda a los alumnos la posibilidad de interactuar con modelos virtuales tridimensionales de apariencia realista que se entrelazan con el entorno real donde se encuentran. Mediante esta interacción entre estudiante y objeto, se logra que el proceso de aprendizaje sea mucho más ameno y profundo, promoviendo el desarrollo del pensamiento sistémico: lógico, científico, crítico y creativo (Mejía Ríos, 2020).

La RA mejora la difusión científica al integrar el compromiso táctil con la interactividad digital como es el caso de la aplicación AR-PaperSync, mejorando la navegación, la gestión de referencias y la eficiencia general de lectura para los investigadores (Miah y Kong., 2024).

La enseñanza estructural en ciencias como la química y la biología a menudo se basa en imágenes estáticas en 2D, lo que puede dificultar la comprensión de las complejas estructuras tridimensionales de las macromoléculas, como las proteínas. Esto limita la capacidad de los estudiantes para visualizar y entender cómo estas estructuras se relacionan con sus funciones biológicas (Reeves et al., 2021).

El modelado 3d potencia la difusión científica al integrar datos complejos en las publicaciones, superar las limitaciones del texto estático y las figuras, y facilitar una comunicación más efectiva de la extensa información de investigación (Ard et al., 2022). En la última década, el aprendizaje potenciado por tecnologías ha sido fortalecido por la implementación de tecnologías emergentes, como la computación móvil, la realidad aumentada junto con el modelado 3D. Un sistema de RA permite integrar objetos del

mundo real con elementos virtuales, de manera que parezca que coexisten en el mismo espacio, tal como ocurre en la realidad (Merino et al., 2015).

La tecnología digital permite la conversión de cualquier contenido, brindando nuevas dimensiones de interacción y aprendizaje. En el caso de los catálogos digitales que se encuentran solo en documentos de papel impresos con imágenes planas o plantas herborizadas representan un desafío en el que se necesita implementar tecnologías como el uso de objetos 3D, medios diversos e imaginativos que permitan a las personas tener una experiencia interactiva e inmersiva y es lo que la RA está tratando de integrar en los entornos de aprendizaje formales e informales (Manjul D. E. et al., 2020).

Cuando se trata de la educación en las escuelas, las aplicaciones RA tienen un significado especial en estos días con la llegada de nuevas tecnologías digitales, sociales, y orientadas al juego ya que podrían tener un gran impacto para esta industria. Estas aplicaciones no sólo proporcionan experiencias de aprendizaje contextual, sino que también facilitan la exploración y el descubrimiento inesperado de información relacionada con el ambiente físico (Telefónica, 2011).

Desde hace algunos años la RA se ha hecho presente como una herramienta positiva en los procesos de enseñanza aprendizaje, previendo su valiosa utilidad. Su mayor potencial radica en poder proporcionar experiencias de aprendizaje contextualizadas en situaciones reales y significativas y en permitir la exploración y descubrimiento de información relacionada con el mundo real (Martínez-Hung et al., 2017).

La RA facilita la comprensión visual de estructuras tridimensionales complejas y fomenta la colaboración mediante experiencias compartidas, y debe integrarse de forma adecuada con los resultados de aprendizaje para maximizar la eficacia en la obtención del conocimiento de las ciencias y la comunicación de las mismas (Reeves et al., 2021).

Las funcionalidades de RA integradas mejoran la participación y comprensión al ofrecer experiencias interactivas que representan los conceptos de ciencias complejas en contenido accesible, promoviendo en el usuario una mejor experiencia de aprendizaje y un mayor nivel de apreciación por la ciencia y la divulgación pública (Spadoni et al., 2022).

1.5.7 Impacto social y proyección

Con el desarrollo de un catálogo digital de plantas medicinales utilizando modelado 3d, se pretende facilitar un aprendizaje accesible y atractivo que integre saberes científicos y tradicionales, favoreciendo una mayor comprensión de estos recursos tan valiosos.

Quienes emplean las plantas medicinales de manera tradicional podrán acceder al conocimiento correcto sobre las propiedades de las plantas y realizar un uso consciente de ellas, evitando con ello poner en riesgo su salud o la de otros. Cuando entregamos acceso directo a la investigación rigurosa, promovemos una educación continua y una cultura de conocimiento compartido que capacitará a la comunidad para involucrarse activamente en su proceso de aprendizaje y en la aplicación de sus descubrimientos en la vida cotidiana.

Con este proyecto se pretende tender un puente entre el conocimiento científico sobre las plantas y el saber tradicional acerca de su uso. Con la utilización de herramientas como el modelado 3d, y demás materiales multimedia, se intenta validar los trabajos de ciencia al ofrecer una plataforma que permite visualizar datos botánicos y fitoquímicos en forma amena. Esta herramienta permitirá no solo que se comprendan las propiedades y aplicaciones de las plantas desde un punto de vista científico, sino que se fortalecerá la validez del saber ancestral, promoviendo un diálogo entre disciplinas que respete y enriquezca ambos saberes. En definitiva, la creación de un catálogo digital con modelado 3d responde a una exigencia cada vez mayor de innovar en la divulgación científica.

Esta herramienta no solo transformará el conocimiento científico en una experiencia accesible y atractiva, sino que también fomentará un aprendizaje activo entre diversos sectores como alumnos involucrados en los trabajos de investigación, así como diversos sectores de la sociedad. Al promover la alfabetización científica, aspiramos a contribuir a la conformación de una ciudadanía informada que valore el conocimiento y la ciencia como elementos necesarios para la toma de decisiones y el bienestar colectivo. El correcto empleo de la planta medicinal puede ayudar a evitar que se produzcan problemas en la salud de las personas (que a veces surgen en respuesta a la intoxicación, principalmente por desconocimiento y no por mala intención). Además, se espera que este trabajo permita acceder a más información útil para los estudiantes que se encuentren haciendo investigación con el fin de ayudar a formar a los futuros investigadores y tal vez contribuir a la generación de conocimiento dentro de la comunidad científica.

1.6 Metodología

La investigación que se desarrollará será de tipo aplicada con enfoque cualitativo. La investigación cualitativa es una perspectiva científica que explora las experiencias, percepciones y emociones de las personas dentro de sus contextos sociales y culturales. Se focaliza en conocer los fenómenos desde la perspectiva de los involucrados y este análisis incluye sistemáticamente la posicionalidad y subjetividades de los investigadores desde diversas disciplinas (Pope et al., 2023)

Con el enfoque cualitativo se podrá dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cómo puede influir un catálogo digital de plantas medicinales con recursos multimedia y modelos 3D en la experiencia de aprendizaje en estudiantes, grupos de investigación y público en general?

Lo que se persigue es analizar en qué forma un catálogo digital interactivo de plantas medicinales que utiliza tecnologías de multimedia y modelado 3d puede facilitar el

aprendizaje o la divulgación científica entre diferentes audiencias: público en general, investigadores y estudiantes. Esta estrategia cualitativa es apropiada ya que intenta conocer las percepciones, experiencias y el conocimiento proporcionado de los usuarios en cuanto a la utilización del catálogo y tamaño del impacto que tiene sobre el conocimiento de las plantas y sus propiedades medicinales.

1.6.1 Tradiciones cualitativas

Con respeto al objetivo principal del análisis, se aplicarán las siguientes tradiciones cualitativas:

Etnografía: la etnografía será esencial para comprender el contexto social y cultural en el que se emplean las plantas medicinales y cómo el catálogo interactivo podría influir en la transmisión de estos saberes dentro de diferentes agrupaciones culturales. Mediante observación, se analizará cómo los usuarios interactúan con el catálogo en su entorno natural (por ejemplo, en comunidades rurales o en laboratorios de investigación). Además, se explorará cómo el conocimiento tradicional de las plantas medicinales se vincula con el conocimiento científico proporcionado en el catálogo digital.

Fenomenología: Para comunicarse con la experiencia subjetiva de los usuarios (estudiantes, investigadores y público en general) mientras utilizan el catálogo digital interactivo y descubrir cómo estas experiencias apoyan su aprendizaje sobre las plantas curativas.

Hermenéutica: La experiencia del usuario con el catálogo digital y los significados que estos asignan a las actividades con el contenido serán analizadas mediante la hermenéutica. Desde esta concepción, investiga cómo las personas (estudiantes, investigadores, público en general) comprenden el conocimiento allí ofrecido de las plantas medicinales, desde un punto de vista científico y cultural.

Teoría de Sistemas: La teoría de sistemas será aplicada para comprender cómo los componentes tecnológicos, el contenido, los usuarios, el contexto social y de aprendizaje interactúan dentro del ecosistema de aprendizaje. Este enfoque ayudará a analizar cómo el catálogo digital de plantas medicinales, con sus elementos de modelado 3d y contenidos multimedia, se integra dentro de un sistema de aprendizaje social más amplio. Además, permitirá evaluar cómo el entorno interactivo (entorno digital y físico) influye en el aprendizaje y cómo este conocimiento fluye y se distribuye entre los usuarios. Se considerará el sistema como un conjunto interconectado donde las relaciones entre las partes, como los conocimientos previos de los usuarios y la experiencia interactiva con la tecnología, impactan en la adquisición de conocimientos sobre las propiedades medicinales de las plantas.

1.6.2 Modelos para la creación del Catálogo Digital

Para el desarrollo del catálogo se integra información detallada de cada una de las plantas medicinales seleccionadas, tal como su nombre común y científico, propiedades medicinales, efectos secundarios, estudios fitoquímicos, imágenes del hábitat natural donde se encuentran, así como también su ubicación geográfica. Todos los datos involucrados estarán basados en fuentes confiables, para asegurar la precisión de la información integrada dentro del catálogo.

Modelos

Diseño de Experiencias de Aprendizaje (LXD): LXD se centra en crear experiencias de aprendizaje que sean significativas y eficientes para el usuario. En este sentido, diseñar una experiencia que genere una profunda curiosidad sobre las plantas medicinales creando una experiencia tecnológica interactiva, como el modelado 3d. En cada caso, el lugar está diseñado para despertar una curiosidad más profunda o para comprender más realmente lo que es. El usuario no solo recibe información pasivamente, sino que se relaciona con ella y agrega significado al conocimiento construido.

El diseño de experiencias de aprendizaje, generalmente conocido como LXD, es el arte de crear deliberadamente situaciones de aprendizaje impulsadas por la tecnología mediante la aplicación de prácticas de diseño con el propósito de mejorar la experiencia del usuario mientras diversifica y fortalece los resultados de aprendizaje para los alumnos, (Ebner et al., 2022).

Diseño de experiencias de usuario (UX): Diseño de experiencia de usuario (UX): el catálogo se desarrollará atendiendo a principios básicos de UX (User Experience), de manera que la interfaz sea fácil de usar, intuitiva y atractiva. Se buscará una experiencia de usuario fluida a través de interfaces de diseño que ayuden a navegar los contenidos con accesos rápidos a información relevante de plantas medicinales.

Cuando se habla de usabilidad, se pone el foco en la accesibilidad, puesto que esta es la que posibilita que todo el mundo, con independencia de sus capacidades y contexto, pueda acceder a interactuar con una aplicación o recurso digital. En el diseño UX, es importante utilizar un código HTML semántico que permita construir componentes web accesibles. También, revisar casos prácticos y aplicar metodologías ya comprobadas permite dar respuesta a un mayor número de perfiles de usuario. Para conseguir una buena accesibilidad, es fundamental una comunicación fluida con el equipo de desarrollo durante todo el proceso de diseño (Costa, 2023).

Modelo de prototipado: El desarrollo del catálogo seguirá un modelo de prototipado que permite la creación de versiones preliminares del catálogo, cuya funcionalidad, diseño y usabilidad se prueban durante las pruebas antes de su lanzamiento final. El prototipo inicial buscará proporcionar retroalimentación temprana a los usuarios y permitirá perfeccionar la experiencia y el proceso de aprendizaje.

El modelo de prototipado es un proceso en el que la representación de una idea se convierte en algo tangible, como bocetos o modelos, para visualizar conceptos, y de esta

manera poder comunicarlos, identificar errores de forma temprana y probar soluciones en un entorno controlado antes de la producción final, (Fernández Iglesias, 2024).

1.6.3 Muestreo cualitativo

El muestreo cualitativo hace posible el análisis profundo de vivencias humanas complejas, e incluso puede llegar a capturar matices culturales y voces de los participantes. Destaca el énfasis en el contexto, otorga hipótesis generativas y trae dominio rico y detallado que vigoriza la credibilidad y transferibilidad de las conclusiones en investigaciones de fenómenos sociales (Subedi, 2023).

Incluir poblaciones diversas en la investigación es crítico para minimizar sesgos y promover la ciencia del desarrollo. Aunque tradicionalmente el muestreo por conveniencia es para poblaciones muy concretas, se han desarrollado estrategias nuevas como son las modalidades digitales y la colaboración Interlaboratorial para diversificar las muestras. Para que esto funcione, es importante que se diseñen estudios que pongan énfasis en variables relevantes y que animen a la participación de diferentes contextos sociales, culturales y geográficos, (Doebel & Frank, 2022).

Debido a ello, la naturaleza del muestreo para esta investigación será no probabilística por conveniencia tomando casos que correspondan a los grupos de interés: población en general, estudiantes y académicos. En concreto, se persigue a aquellos usuarios que posean un interés declarado en las hierbas medicinales y que sean capaces de aportar información valiosa sobre el modo en que la tecnología influye en su aprendizaje y comprensión, (Berndt, 2020).

El muestreo por conveniencia se realizará dentro de los grupos seleccionados con base en los siguientes criterios:

1. Estudiantes de la licenciatura en químico farmacéutico biólogo que estén involucrados en proyectos de investigación sobre plantas medicinales.
2. Investigadores del CIBIS centros de investigación enfocados en el estudio de las propiedades fitoquímicas y medicinales de las plantas.
3. Miembros de comunidades rurales o grupos interesados en la medicina tradicional, que utilicen las plantas medicinales y tengan una visión más cultural sobre su uso.

1.6.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Los factores clave que contribuyen a la efectividad de los métodos informales de recolección de datos cualitativos en las entrevistas incluyen, explorar los puntos de vista de los participantes y permitir flexibilidad en las respuestas, lo que fomenta una comprensión más profunda de las experiencias y percepciones (Thomas y Earthy, 2023)

Las técnicas de recolección de datos serán:

- **Entrevistas informales:** Dirigidas a estudiantes, investigadores y miembros de la comunidad para comprender cómo utilizan el catálogo y sus percepciones sobre el impacto de los modelos 3d y los recursos multimedia en su aprendizaje.
- **Grupos focales:** Para explorar de manera interactiva las experiencias de los usuarios, identificar sus necesidades, expectativas y el valor percibido del catálogo en el proceso de aprendizaje y divulgación.
- **Observación participativa:** Para estudiar el comportamiento de los usuarios al interactuar con el catálogo en situaciones reales de consulta o estudio, y cómo la RA y los medios interactivos facilitan o dificultan su comprensión.
- **Análisis de documentos:** Revisión de comentarios, notas y resultados de pruebas de conocimiento de los usuarios antes y después de interactuar con el catálogo con el fin de detectar cambios en la comprensión de las plantas medicinales y sus propiedades.

Herramientas para el Procesamiento de Datos

Los datos cualitativos derivado de entrevistas, grupos focales, observación participativa y análisis de documentos será procesado utilizando el software Atlas.Ti. Este software será utilizado para codificar temáticamente y analizar patrones en los datos de entrevistas y observación para revelar temas recurrentes sobre el efecto de la tecnología multimedia y modelado 3d, se considerará el aprendizaje y comprensión de las plantas medicinales.

Atlas.ti es aplicado en el análisis cualitativo de datos para categorizar la información, codificar datos y detectar patrones emergentes a partir de transcripciones de entrevistas en profundidad. Fomenta la creación de redes de códigos, la gestión eficiente de la información y la elaboración de visualizaciones tales como nubes de palabras que ayudan en la síntesis de hallazgos principales. Las funciones básicas del programa, como los marcadores y las notas, son indispensables para organizar la información, mientras que los recursos avanzados facilitan una indagación y entendimiento más detallados de los datos cualitativos, los cuales ayudan a perfeccionar la investigación. (Ñañez-Silva et al., 2024).

Capítulo II. Marco Teórico.

2.1. Marco Referencial.

2.1.1 La digitalización de herbarios y el aprendizaje de plantas medicinales.

En la digitalización de herbarios se busca dar un paso importante para asegurar que el conocimiento botánico sea más accesible para todos los sectores de la población. Al convertir las colecciones físicas en registros digitales accesibles en línea se eliminan la restricciones geográficas y físicas que históricamente existen y que han impuesto limitaciones en la utilización de tales recursos.

Esto permite que investigadores, docentes, estudiantes y tomadores de decisiones de todo el mundo consulten especímenes sin necesidad de trasladarse a los centros que los albergan, lo cual reduce costos, tiempos y riesgos asociados a la manipulación de ejemplares originales. Además, la digitalización ayuda a democratizar el acceso a estas colecciones, que en el pasado estaban mayormente en el Norte global, mientras que muchas especies y tipos se encontraban en regiones con infraestructuras menos desarrolladas. También permite compartir información rápidamente y promover nuevas investigaciones y enfoques interdisciplinarios en biodiversidad y ciencias ambientales (Maura C. Flannery, 2023).

El trabajo de (Nur Hidayat et al., 2020) trata sobre el desarrollo de una aplicación móvil para el aprendizaje de la botánica, que utiliza tecnología de realidad aumentada y el método de emparejamiento de fichas índice. La aplicación permite que los estudiantes puedan visualizar los modelos 3D de las plantas, así como sus partes mediante sus teléfonos Android, lo cual les permite facilitar la comprensión de conceptos que normalmente son difíciles de entender solo con textos o explicaciones. La idea es que con esta herramienta se obtenga un aprendizaje más interactivo, interesante y efectivo.

Para mejoras futuras se están considerando agregar funciones como cuestionarios, material interactivo y conceptos de gamificación para mejorar aún más la experiencia de aprendizaje.

2.1.2 Implementación de tecnologías emergentes en contextos para el aprendizaje.

El proceso que se siguió para desarrollar la aplicación Virtual Jungle fue fundamentada en el modelo ADDIE el cual fue modificado y adaptado en base al modelo de prototipado. Las etapas involucradas fueron primero que nada el análisis que consistió en la determinación de las necesidades y objetivos de la aplicación, así como requisitos del sistema, incluyendo un análisis del contenido de botánica y de las dificultades que presentan los estudiantes para entender las estructuras vegetales, dentro del diseño se consideraron el contenido interactivo y la estructura de la interfaz, así como las funciones de lectura de marcadores, visualización de modelos 3d y de realidad aumentada, en el desarrollo de la aplicación se incluyeron el uso de tecnologías de realidad aumentada (RA), tarjetas de coincidencia y modelos 3D de plantas.

Para su Implementación se realizaron pruebas de sistema para confirmar la operabilidad, se incluyó la validación de expertos y revisión de la interfaz y funciones necesarias. En el último paso se llevó a cabo una evaluación de validez por expertos en medios y aplicaciones usando cuestionarios con escala de Likert para evaluar características tales como confiabilidad, usabilidad, compatibilidad y documentación, alcanzando un grado de validez del 84.4%.

También, el proceso fue complementado con actividades de análisis de necesidad, diseño de contenido, y ejercicios de evaluación para garantizar que la aplicación cumpliera con las razones pedagógicas y técnicas de la aplicación. El resultado de este trabajo fue una aplicación móvil basada en realidad aumentada que permite a los usuarios, principalmente estudiantes de escuela secundaria, ver modelos 3D de los elementos botánicos como estructuras celulares, órganos y morfología vegetal.

Valverde-Otárola et al. (2020) realizaron el estudio centrado en la validación de un protocolo fotográfico para digitalizar muestras de herbario, utilizando análisis de colorimetría para asegurar la calidad y precisión de las imágenes digitales obtenidas. En resumen, el objetivo principal de este artículo fue establecer un enfoque estandarizado que facilite una digitalización eficiente de alta calidad de las muestras de herbario para contribuir con su conservación y accesibilidad.

Como resultado, validaron el protocolo fotográfico CP1 como el más adecuado para la digitalización de las muestras de herbario con alta fidelidad colorimétrica. En línea con esto, las instituciones interesadas en digitalizar sus colecciones botánicas deberían adoptar este protocolo. Esto garantiza que la imagen digital de las muestras de un herbario represente adecuadamente las diferentes características visuales de las muestras físicas. Este es un requisito crucial para las actividades de investigación y conservación de la biodiversidad. Para finalizar, los autores recomendaron futuras áreas de investigación.

En el marco de las acciones para fortalecer el conocimiento y conservación de la biodiversidad en Brasil, el Proyecto Flora Brasileña 2020 (BF2020) emerge como una propuesta colaborativa para la elaboración de una lista actualizada y detallada de todas las algas, hongos y plantas de Brasil que contribuirá a la mejora del conocimiento, la conservación y el uso sostenible (The Brazil Flora Group et al., 2022).

La metodología fue abierta y consistió en invitar a taxónomos para presentar propuestas de monografías y capítulos en línea, los cuales recopilaron, revisaron y actualizaron información taxonómica, morfológica, distribucional y de identificación. Operaban con sistemas de información en línea, dispositivos digitales, así como bases de datos para el manejo y divulgación de información. El principal software y aplicación que se menciona es la plataforma en línea de BF2020 que permite la integración de datos en formatos estándar como Darwin Core. El resultado fue una base de datos digital con información

verificada para cerca de 47,000 especies, que proporciona acceso a datos taxonómicos, morfológicos y de distribución. Entre lo más destacado de los resultados, cabe mencionar el aumento del 22% en el número de especies registradas respecto a 2010, la publicación de datos de alta calidad y la consolidación de una red nacional e internacional de taxónomos, fortaleciendo así el conocimiento y la conservación de la biodiversidad vegetal en Brasil.

La investigación realizada por Julkarnain et al. (2021), se enfocó en crear una aplicación educativa de realidad aumentada para identificar y aprender sobre plantas medicinales. El propósito de la investigación fue crear una herramienta interactiva que permita obtener información acerca del contenido y las características de varias plantas medicinales. Esta herramienta está enfocada sobre todo en niños y adolescentes de 8 a 15 años. Utilizando software como Unity y Blender, lenguajes de programación como C# y la plataforma Vuforia para integrar la realidad aumentada, se desarrolló la aplicación. Los usuarios tienen la posibilidad de escanear imágenes de plantas para observar modelos en 3D, obtener información acerca de cada planta y conocer sus aplicaciones medicinales a través de animaciones e información interactiva.

Los resultados señalan que el uso de la aplicación es eficaz como método de aprendizaje. Ofreciendo al usuario una experiencia visual que motiva a la participación mejora el interés y hace más fácil el entendimiento del tema en comparación con técnicas tradicionales como las que se encuentran escritas en libros o lecturas pasivas.

En la evaluación realizada a través de cuestionarios se reveló una aceptación positiva entre los usuarios, y resaltaron los elementos como la educación, la interacción y la conformidad general con la herramienta. Se propusieron mejoras futuras, como agregar animaciones, gráficos más atractivos y ampliar el catálogo de plantas medicinales. El trabajo contribuye evidentemente en la aplicación de la tecnología de modelado tridimensional y de realidad aumentada como una estrategia pedagógica innovadora que fomenta el conocimiento botánico y preservar los saberes acerca de la flora medicinal en la localidad.

Dentro de los muchos trabajos realizados en el tema botánico nos encontramos con el realizado por Muladi et al. (2022), quienes desarrollan de una aplicación de realidad aumentada la cual opera sobre Android y que tiene como objetivo que los usuarios se instruyan en el reconocimiento de plantas medicinales. Esta aplicación permite que los usuarios observen las plantas en su forma física y consigan información clave sobre sus beneficios y propiedades, se utilizaron tecnologías como el modelado en 3D y de realidad aumentada.

La implementación se realizó siguiendo el método del Ciclo de Vida del Desarrollo Multimedia (MDLC), el cual cuenta con una estructura eficiente y adecuada para aplicaciones con fines educativos. Este método se compone de varias etapas: concepto, diseño, recopilación de materiales, montaje, prueba y distribución. Esta metodología permitió contar con una estructura guiada sistemáticamente en el proceso de desarrollo de la aplicación para el reconocimiento de plantas herbal, asegurando una implementación ordenada y eficiente.

Los resultados mostraron que la aplicación fue bien recibida por los usuarios y dejó en claro que cuenta con altos niveles de satisfacción y conformidad.

Los resultados de la evaluación mediante cuestionarios mostraron que los usuarios consideran que la aplicación tiene un buen diseño, es fácil de usar y útil para aprender sobre plantas herbal, con porcentajes de satisfacción en torno al 85-88% en cada variable evaluada. Específicamente, los datos demostraron que los usuarios estaban en su mayoría muy satisfechos con la utilidad y funcionalidad del sistema, validando su potencial como medio educativo.

Kristanty y Hakiem. (2022), desarrollaron una aplicación móvil interactiva basada en tecnología de Realidad Aumentada (RA) y modelado 3d para el sistema iOS, orientada para el uso en el aprendizaje de la identificación de fitoquímicos en el laboratorio de análisis farmacéutico y alimenticio. La aplicación desarrollada fue Unity basada, con

Vuforia utilizada para crear objetos 3D que muestran los resultados de los análisis fitoquímicos en la identificación de alcaloides, saponinas, glicósidos y flavonoides de simplisia en muestras. Los estudiantes pueden ver experimentos en 3D desde distintos ángulos y/o acercar los modelos para una mayor visualización, con funciones de audio para narrar los resultados y texto como información.

Se espera que el impacto de la aplicación sea que los estudiantes mejoren su comprensión y participación en la detección de fitoquímicos, particularmente en ambientes de educación a distancia. Esto es especialmente interesante, ya que el material de laboratorio presencial y las prácticas están restringidas. La aplicación pretende ser una herramienta para proporcionar una experiencia práctica y visual que pueden utilizar en lugar de o junto a las actividades en el laboratorio.

Los resultados evidenciaron que la app se puede usar en entornos educativos iOS y que podría mejorar el aprendizaje y la participación de los estudiantes en tópicos de fitoquímica; sin embargo, no se realizó un estudio formal de usabilidad con los usuarios en la fase de prueba debido a que sólo un pequeño grupo de estudiantes utilizó la app en su contexto real. En definitiva, la app ayuda a innovar el aprendizaje móvil, facilitando una experiencia educativa más interactiva y efectiva en la enseñanza de los conceptos fitoquímicos.

El trabajo de Rizki Permana et al. (2024), fue desarrollar una aplicación de realidad aumentada (RA) denominada "AR Portal" para la introducción y enseñanza de plantas medicinales en el Jardín Herbal Insani. Esta aplicación da a los usuarios la posibilidad de ver modelos 3D de plantas medicinales con la información hablada y escrita acerca de las propiedades, compuestos químicos y beneficios para la salud. El sistema se desarrolló para los dispositivos Android con soporte para AR Core, y se utilizaron Unity 3D, Blender, y C# para el modelado y el desarrollo de los objetos digitales, así como para la programación de la interacción. La aplicación corre con seguimiento sin marcadores, y los usuarios solo deben apuntar su cámara hacia un lugar predeterminado para

visualizar las plantas en 3D de esta forma podrán acceder a información adicional mediante la detección de objetos en su entorno.

Como resultados se obtuvieron que la aplicación funcionó correctamente en pruebas de estructura, funcionalidad y validación, detectando plantas hasta 90 cm de distancia y en diferentes condiciones de luz y ángulo. También, fue bien valorada por expertos y usuarios, con un promedio de aceptación del 77.5%, demostrando que es efectiva para aprender sobre plantas medicinales mediante realidad aumentada.

En algunos estudios se destaca la importancia de las plantas herbáceas ya que muchos piensan que tienen un potencial importante como alternativa de medicina natural y contribuyen a la diversidad biológica y económica de Indonesia. Es aquí donde trabajos como los de Latifah et al. (2022), se hacen presentes pues mencionan que el conocimiento sobre las plantas herbáceas, especialmente aquellas con propiedades medicinales, es fundamental en la enseñanza a estudiantes de educación básica para fomentar la conservación y el uso racional de estos recursos naturales.

Por tal motivo desarrollaron un medio de aprendizaje interactivo mediante la tecnología de realidad aumentada para reconocer plantas herbáceas, específicamente plantas de hojas herbales. Abordaron la creación de una aplicación móvil basada en Android que utiliza objetos 3D y sonidos para facilitar el aprendizaje de los estudiantes de educación primaria (grado 4) con la finalidad de ofrecer una alternativa moderna y atractiva a los métodos tradicionales de enseñanza, como libros, mediante la incorporación de elementos multimedia y tecnología de realidad aumentada para hacer el proceso más interesante y efectivo para los niños.

La aplicación de realidad aumentada para aprender sobre plantas herbáceas fue exitosa, funcionando correctamente y mejorando el interés y la comprensión de los estudiantes de primaria en el tema.

El objetivo principal del trabajo de Purwoko y Widodo. (2023), sobre el desarrollo y la implementación de una aplicación para aprender sobre plantas herbales es facilitar a las personas el reconocimiento, la comprensión y el procesamiento de estas plantas medicinales a través de una herramienta interactiva y moderna, que combina gráficos 3D en tiempo real con información relevante y recetas de uso.

Los resultados obtenidos fueron un puntaje de 85% en la escala de viabilidad, lo cual se considera "muy digno" para su distribución y uso amplio, indicando su alta factibilidad y aceptación por parte del público. Además, cuando se probó, se confirmó que la aplicación había funcionado perfectamente sin errores y que podía correr fluidamente en varios dispositivos Android, lo que confirma su funcionalidad y compatibilidad con distintos sistemas.

La elaboración y el estudio de una base de datos digital que reúne información sobre las plantas medicinales indias y sus componentes activos; de Ashutosh Kumar et al. (2024), subraya la necesidad de registrar y recopilar información relativa a las propiedades, componentes fitoquímicos tales como aceites esenciales, flavonoides y esteroides y la utilización tradicional de estas plantas en Ayurveda y otras medicinas tradicionales en India. Además, subraya la necesidad de actualizar y organizar la información sobre estas plantas para facilitar la investigación, el descubrimiento de nuevos medicamentos, y promover el uso racional de recursos medicinales indígenas. También se discute en el artículo cómo la digitalización y el acceso en línea pueden potenciar la investigación y conservación del patrimonio medicinal de la India.

Este banco de datos busca llenar vacíos en el conocimiento y registrar de forma sistemática las propiedades, ingredientes y el uso tradicional de estas plantas, haciendo más fácil la investigación, el desarrollo farmacéutico y la conservación del patrimonio medico tradicional.

Zhu et al. (2023) , crearon una plataforma donde con el escaneo de una imagen de una hierba con tu teléfono, automáticamente aparecerá un modelo 3D de esa hierba en la pantalla. Puedes rotarlo, acercarlo y también obtener información detallada de cada planta. La meta es hacer que aprender acerca de estas hierbas sea un poco más interactivo y divertido.

La metodología empleada implicó varios pasos críticos para diseñar y validar el sistema de realidad aumentada para las hierbas medicinales chinas. Primero, recolectaron fotografías de las hierbas de todos sus ángulos para saber a la perfección su estructura. Posteriormente, con 3ds Max modelaron en 3D las plantas, utilizando V-Ray para renderizar los modelos con mayor parecido al material real. Entonces, crearon la plataforma de RA en el Android usando Unity, incorporando SDK de Vuforia para reconocer las hierbas capturando imágenes a través de la cámara del aparato por medio de la cámara. Para garantizar la precisión y la solidez del sistema realizaron pruebas de reconocimiento en un ambiente controlado, que consistieron en interferencia visual: rotación de la cámara, oclusión, interferencia con otras plantas y modificaciones de color de imagen a escala de grises. Estas pruebas verificaron la capacidad del sistema para identificar correctamente las hierbas incluso en condiciones adversas, confirmando así la fiabilidad de la tecnología desarrollada. Además, diseñaron una interfaz de usuario interactiva para que los usuarios puedan rotar, escalar y explorar los modelos 3D y la información relacionada.

En la siguiente tabla, se muestra un resumen de los trabajos recientes relacionados con el empleo de tecnologías digitales, modelado 3d, realidad aumentada, y bases de datos en la enseñanza de la botánica, el reconocimiento de especies vegetales, y la digitalización de herbarios.

Tabla 2.1

Síntesis de investigaciones sobre digitalización de herbarios.

Autor(es)	Año	Producto	Tecnologías y metodologías utilizadas
Flannery, M. C.	2023	Análisis teórico sobre el impacto de la digitalización de herbarios en el acceso al conocimiento botánico.	Digitalización de colecciones; enfoque teórico; acceso abierto en línea.
Nur Hidayat et al.	2020	Desarrollo de la app <i>Virtual Jungle</i> con RA y fichas para enseñar botánica en secundaria.	Modelo ADDIE; RA con Android; modelos 3D; evaluación con escala Likert.
Valverde-Otárola et al.	2020	Validación de un protocolo fotográfico para digitalizar muestras de herbario con alta fidelidad.	Protocolo CP1; análisis de colorimetría; digitalización con estándares de calidad visual.
The Brazil Flora Group et al.	2022	Creación colaborativa de una base de datos nacional con más de 47,000 especies vegetales de Brasil.	Sistema en línea BF2020; estándar Darwin Core; plataformas digitales para datos taxonómicos.
Julkarnain et al.	2021	Desarrollo de app RA educativa para reconocer plantas medicinales en jóvenes de 8-15 años.	Unity, Blender, Vuforia, C#; animaciones interactivas; evaluación de experiencia de usuario.
Muladi et al.	2022	App RA para enseñanza y reconocimiento de plantas herbales basada en Android.	RA + 3D; metodología MDLC; evaluación por cuestionario (satisfacción del 85–88%).
Kristanty y Hakiem	2022	App educativa con RA para detección de fitoquímicos en laboratorio farmacéutico.	Unity, Blender, Vuforia; objetos 3D interactivos; funciones de audio; enfoque en iOS.
Rizki Permana et al.	2024	Desarrollo de “AR Portal” para enseñar plantas medicinales en jardines botánicos.	RA sin marcadores; ARCore, Unity, Blender; Android; validación funcional y con expertos.

Latifah et al.	2022	App con RA para enseñar sobre plantas herbáceas a estudiantes de primaria.	RA con objetos 3D y audio; Android; enfoque en niños de 4º grado; mejora del interés y comprensión.
Purwoko y Widodo	2023	App RA con información y recetas de plantas medicinales para aprendizaje general.	RA 3D en tiempo real; Android; evaluación de viabilidad (85%); compatible en múltiples dispositivos.
Ashutosh Kumar et al.	2024	Base de datos digital sobre plantas medicinales indias y sus principios activos.	Digitalización; documentación fitoquímica; apoyo a la medicina tradicional y nuevas investigaciones.
Zhu et al.	2023	Plataforma RA para visualizar e identificar hierbas medicinales chinas mediante el escaneo de imágenes.	Unity, Vuforia, 3ds Max, V-Ray; pruebas visuales avanzadas (rotación, luz, interferencia).

Nota. Tabla elaborada a partir de una revisión de la literatura especializada relacionada con el tema.

2.2. Marco Conceptual.

2.2.1 Conceptos Principales del estudio

A continuación, se presentan los conceptos inmersos que dan sustento a la investigación y que permiten comprender las variables analizadas en el estudio.

Aprendizaje: El concepto de aprendizaje implica adquirir conocimientos o habilidades a través del estudio, la experiencia, o la enseñanza. Enfatiza el compromiso activo y la interacción, contrastando con modelos conductistas más antiguos que veían a los alumnos como pasivos. Las teorías modernas destacan el constructivismo social y la producción colaborativa de conocimiento (Trotman, s. f.).

Divulgación científica: La divulgación científica es acercar la ciencia al público general no especializado; es toda actividad de explicación y difusión de los conocimientos, la cultura y el pensamiento científico y técnico (Fundora y García, 2021).

Herbarios: Un herbario es una colección científica organizada de plantas secas, prensadas y debidamente identificadas, que se conservan como especímenes botánicos con valor histórico, taxonómico y de investigación. Cada ejemplar incluye información esencial como nombre científico, localidad de colecta, fecha, hábitat, características de la planta y datos del colector. Estos registros permiten documentar la diversidad vegetal, servir como referencia para la verificación de especies y apoyar estudios florísticos, taxonómicos, ecológicos y de conservación (Moreno, 2007).

Taxonomía: El objeto de estudio de la taxonomía es el taxón (en plural, taxones), que es cualquier agrupación de organismos definidos (p. ej., reino, familia, género, especie). La taxonomía se encarga de reconocer y relativizar la posición de un taxón respecto a otros taxones conocidos. Por lo tanto, se han asignado algunos elementos básicos a esta ciencia: la identificación, descripción, nomenclatura y clasificación de los seres vivos (Francisco, 2018).

Fitoquímica: El término fitoquímico fito viene de φυτόν (phuton, planta). Se usa para las sustancias de las que están hechas las plantas (Cseke, 2006) y realizan diferentes funciones útiles para los hombres como alimento, aromas, saborizantes, colorantes, espesantes, insecticidas, herbicidas, hormonas, entre otros. El término fitoquímico se usa principalmente para hacer referencia a los compuestos bioactivos de las plantas; actualmente con frecuencia al estudiarlas químicamente se encuentran nuevas estructuras que son útiles en la producción de nuevos medicamentos (Olivoto, 2016).

Digitalización: La digitalización es la transferencia de información analógica (incluyendo objetos, imágenes, sonidos o documentos) a un formato digital. (Gernandt et al, 2014).

Medicina Tradicional: La medicina tradicional tiene una larga historia. Es la suma total de los conocimientos, capacidades y prácticas basados en las teorías, creencias y experiencias propias de diferentes culturas, bien sean explicables o no, utilizadas para mantener la salud y prevenir, diagnosticar, mejorar o tratar enfermedades físicas y mentales (OMS, 2013).

2.2.2 Teorías del aprendizaje

A continuación, se presentan las teorías del aprendizaje inmersas que dan sustento a la investigación y que permiten poner en contexto el tema de estudio.

El aprendizaje es un proceso activo en el cual los estudiantes construyen nuevas ideas o conceptos basados en conocimientos pasados. El instructor debe alentar a los estudiantes a descubrir principios por sí mismos, fomentando la participación activa y el aprendizaje significativo a través de experiencias (Jerome S. Bruner, 1966).

Por eso este trabajo se apoya en la teoría del aprendizaje por experiencia de Jerome Bruner dado que en esta se destaca un enfoque orientado al estudiante con base en la participación activa en el proceso acompañado de la representación icónica y la comprensión simbólica. Este tipo de leyes promueven que el aprendizaje sea vivencial, haciendo que el alumnado descubra los conceptos por sí mismos, lo que permite que tenga una mayor comprensión y se integre a los procesos de aprendizaje, sobre todo en la aplicación en materias más complicadas (Jerome S. Bruner, 1977).

La teoría de Bruner hace hincapié en la importancia del aprendizaje activo, el descubrimiento y el andamiaje como factores determinantes en el desarrollo de la esfera cognoscitiva. En tanto que incentiva la actividad de los estudiantes, el deambular y el apoyo con estructura, contribuye a capitalizar la eficacia de las técnicas de instrucción y a mejorar la calidad del aprendizaje especialmente en el área científica (Sipec, 2017).

Teoría del Aprendizaje por Significativo de David Ausubel.

Otra teoría afín es la de la Subsunción de David Ausubel que defiende el aprendizaje significativo mediante la relación entre nuevos conocimientos y las estructuras cognitivas ya establecidas. Resalta la relevancia del significado temático y la poda cognitiva, y promueve la memorización a largo plazo mediante la agrupación de fragmentos dispersos en una comprensión global de unidad (Wang, 2024).

La teoría de aprendizaje significativo de Ausubel sostiene que los sujetos aprenden al asociar nueva información a su estructura cognitiva preexistente. Este proceso consiste en edificar conocimiento por mediación de conexiones con nuevas experiencias, fenómenos y hechos, promoviendo la extensión del aprendizaje (Basyir et al., 2022).

Constructivismo. El constructivismo sostiene que las personas construyen sus propios conocimientos a través de la interacción con su ambiente. No sólo copian las cosas que ven y oyen, sino que hacen uso de lo que saben para comprender y aprender nuevas cosas. Por lo tanto, conocer no es reflejar la realidad de forma fiel, sino que es algo que cada quien construye desde sus vivencias y saberes (Carretero, 2023).

Cognitivismo: El cognitivismo es una de las corrientes teóricas de las ciencias sociales que apareció a finales del siglo XX, esta entiende las funciones mentales como meros procesos de información. Se centra en la importancia de las actividades mentales internas y percibe a los estudiantes como sistemas para procesar información. Se opone al conductismo, ya que sostiene que la mente consciente opera de forma libre, y que es necesaria la introspección para conocer los procesos de aprendizaje del ser humano (Clark, 2018).

2.2.3 Tecnologías Digitales.

A continuación, se presentan las tecnologías digitales inmersas que dan sustento a la investigación y que permiten poner en contexto el tema de estudio.

Modelado 3d: Modelado 3d: Se ha comprobado que el modelado 3D es una herramienta eficientemente encaminada para apoyar el pensamiento cognitivo y creativo en aulas. Sosna et al. (2025), mencionan en su estudio 3d modeling with students: a tool for creativity-in-action, que los estudiantes que desarrollan trabajos con modelado 3D se vuelven más creativos que los que lo hacen a través de los métodos tradicionales, debido a que esta herramienta potencia la experimentación, la visualización espacial y la creación activa de ideas.

Los autores destacan que al interactuar con objetos tridimensionales, los estudiantes desarrollan su potencial para innovar, para pensar ideas complejas y para probar diferentes senderos de diseño. Dejando claro que, el modelado 3D puede promover habilidades como el pensamiento divergente, la resolución de problemas y la autonomía creativa, y puede utilizarse como un medio para mejorar la experiencia de aprendizaje y para hacer un enfoque más dinámico y significativo.

Multimedia: El término multimedia hace referencia a la combinación o al uso simultáneo de varias clases de contenido tales como texto, audio, o vídeo a través de diferentes medios digitales. Esta combinación se define desde dos aspectos:

1. Comunicativa: Se centra en las propiedades retóricas de los mensajes, en cuyo caso la multimedia debe procurar formar una totalidad comunicativa a fin de que el receptor pueda interpretar el mensaje en forma coherente y significativa.
2. Instrumental: hace referencia a la estructura y utilización de los canales mediante los cuales se transmiten esos mensajes y subraya la importancia de la interactividad y la posibilidad que tienen los usuarios de interactuar con el contenido (Salaverría-Aliaga, 2001).

Unity: Unity es una plataforma de desarrollo para crear experiencias en 2D y 3D para múltiples plataformas, diseñada para desarrollar videojuegos y aplicaciones interactivas. Ofrece herramientas flexibles que permiten materializar proyectos creativos en diversos dispositivos (Unity Technologies, 2026).

Unity es una popular plataforma de desarrollo de software para la creación de videojuegos, simulaciones y aplicaciones interactivas en 2D y 3D es conocido por ser accesible, fácil de usar y permitir la integración de múltiples tecnologías como la realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV). Además, proporciona una amplia selección de productos tuertos y digitales que hacen posible que los creadores hagan su trabajo con rapidez y eficacia (Mañas, 2019).

Blender: Blender es una aplicación open source para modelar en 3D, animar, renderizar y hacer gráficos por computadora. Es famoso por su versatilidad y potencia, que da los usuarios la oportunidad de diseñar modelos 3D, animaciones, simulaciones, y efectos visuales. A diferencia de otros softwares comerciales, Blender es gratis y de código abierto, lo cual quiere decir que cualquiera puede descargarlo, usarlo y modificarlo conforme a sus necesidades.

GitHub: GitHub es una plataforma basada en la nube para el hospedaje de repositorios que utilizan el sistema de control de versiones Git. Permite almacenar, compartir y colaborar en proyectos de código y otros tipos de archivos, haciendo seguimiento histórico de cambios, facilitando revisiones, mantenimiento de versiones, colaboración entre múltiples personas y gestión de proyectos de forma organizada. En GitHub los desarrolladores pueden crear “repositorios” donde ubicar su código o proyecto, gestionar versiones, permitir contribuciones de otros usuarios mediante “forks” o “pull requests”, y documentar su trabajo con archivos README, wikis, issues, etc, (GitHub, 2026).

2.3. Marco Tecnológico

Blender es un software de código abierto utilizado para modelado y animación 3D. También soporta composición, edición de video y animación 2D, por lo que es una herramienta versátil para proyectos de codificación creativa y diversas aplicaciones multimedia (Blender Scripting for Creative Coding Projects., 2023).

Blender es un potente software de gráficos 3D de código abierto conocido por sus características en modelado, texturizado, renderizado, animación y desarrollo de juegos. Es muy apreciado por expertos y artistas 3D por su eficiencia y amplias capacidades en la creación de contenido 3D (Soni et al., 2023).

El software Blender es un programa de gráficos 3D. El software Blender sirve para crear películas animadas, efectos visuales, arte, juegos 3D y más. En el documento, el software Blender genera datos de imagen sintética automáticamente para entrenar redes neuronales (Sieczka y Pańczyk, 2020).

Unity El motor de juego Unity facilita el desarrollo de muchos tipos de juegos. El motor Unity incorpora los conceptos de física y usa scripting en C#. El motor Unity permite a los desarrolladores crear experiencias interactivas, incluidas experiencias compatibles con la Realidad Virtual (Kohli et al., 2024).

Unity es el motor de juegos que funciona en plataformas. Unity salió en 2005. Unity permite a los desarrolladores crear los juegos en 2D y en 3D, crear las simulaciones y crear las aplicaciones para los sectores del cine, de la automoción y de la arquitectura. Unity usa los lenguajes C # y JavaScript (Uzayr, 2021.).

GitHub: GitHub es una plataforma en la nube que permite alojar repositorios usando el sistema de control de versiones Git. Con GitHub los usuarios pueden guardar, organizar y ver el historial de cambios en proyectos de código y en otros archivos. Con la plataforma

los desarrolladores pueden crear repositorios para manejar versiones, colaborar con otros usuarios mediante forks y pull requests, y documentar sus proyectos con archivos README, wikis e issues, entre otros recursos. Estas funciones hacen que GitHub sea una herramienta esencial para la colaboración distribuida. También permiten la coautoría, el mantenimiento del código, la reproducibilidad de proyectos y la gestión colectiva del desarrollo. GitHub se usa en el software, en la investigación, en la documentación técnica y en la creación de prototipos (GitHub., 2026).

Replit es un sitio web para programar en línea. Con Replit puedes crear, ejecutar y publicar aplicaciones directamente en el navegador sin instalar nada. Replit ofrece el plan gratuito (Free Tier). Con Replit puedes usar el plan gratuito en la escuela, en la universidad o en los proyectos personales sin pagar nada. La licencia de uso de Replit permite crear los repositorios públicos y privados. La licencia de uso de Replit permite colaborar en tiempo real. La licencia de uso te permite acceder a los entornos de programación en muchos lenguajes. Para estudiantes, la plataforma proporciona recursos adicionales a través de Replit for Education, facilitando el aprendizaje autónomo mediante entornos seguros y administrados (Replit, 2026).

2.4. Marco Legal

El uso de tecnologías digitales en el ámbito educativo requiere considerar las condiciones legales y licencias bajo las cuales se emplean los diferentes recursos tecnológicos. En el desarrollo del presente proyecto, se utilizaron plataformas cuyo acceso, uso y distribución están regulados por políticas abiertas o modelos de licencia específicos que permiten su aprovechamiento académico sin fines comerciales.

2.4.1 Blender

El software crea y modela en 3D. El software está bajo la Licencia Pública General de GNU (GNU GPL). La licencia permite usar el software sin pagar y sin limitaciones para educación, ciencia o trabajo. La licencia permite descargar el software, modificar el software, redistribuir el software y usar el software sin costo. La licencia exige que la

versión que se altere mantenga la licencia. Gracias a eso, Blender se posiciona como una herramienta para escuelas y proyectos de diseño. Blender permite el modelado 3D, la animación y el renderizado de calidad (Blender Foundation, 2023).

2.4.2. GitHub

opera como una plataforma de control de versiones que ofrece repositorios públicos de manera gratuita bajo su modalidad *GitHub Free*, permitiendo a estudiantes, docentes e instituciones almacenar, compartir y gestionar proyectos de código. GitHub además cuenta con el programa GitHub Education, que proporciona beneficios adicionales a usuarios verificados del ámbito educativo, como acceso a herramientas profesionales sin costo y almacenamiento ilimitado en repositorios públicos. Estas condiciones resultan especialmente favorables para el desarrollo colaborativo y la documentación técnica en proyectos académicos (GitHub., 2026).

El GitHub es una página web donde los programadores guardan su código, funciona como una plataforma de control de versiones. GitHub ofrece repositorios públicos gratis con la opción GitHub Free. Con GitHub los estudiantes, los docentes y las instituciones pueden guardar, compartir y manejar proyectos de código. También tiene el programa GitHub Education. GitHub Education da beneficios a los usuarios del ámbito educativo que están verificados. Con GitHub Education los usuarios obtienen acceso a herramientas profesionales sin pagar y pueden usar repositorios públicos sin límite de espacio (GitHub., 2026).

2.4.3. Replit

Se utilizó bajo una suscripción de pago correspondiente al plan básico o inicial, lo cual otorga derechos legales de uso ampliados conforme a los *Terms of Service* de la plataforma. Este plan de pago permite acceder a funciones avanzadas como más almacenamiento, mayor capacidad de procesamiento, creación de proyectos privados y acceso a herramientas adicionales para desarrollo web. El hecho de contar con una licencia adquirida legalmente garantiza que el uso del entorno de desarrollo, hospedaje

y ejecución de código se realice cumpliendo las condiciones establecidas por la empresa, especialmente en proyectos académicos en los que se requiere estabilidad y recursos técnicos adicionales (Replit., 2026).

2.4.4. Leyes referentes a datos personales y derechos de autor

A continuación, se presentan algunas leyes a considerar referente al uso de datos personales y derechos de autor.

Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP), que regula la recopilación, almacenamiento y tratamiento de datos personales en plataformas digitales. Esta ley asegura la privacidad de los usuarios en el entorno digital del catálogo (*Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares*, 2017).

Para proteger el contenido generado y asegurarse de que los derechos de autor sean respetados, se toman en cuenta las siguientes normativas:

Ley Federal del Derecho de Autor que regula la protección de las obras literarias y artísticas, incluidos los contenidos generados con tecnologías digitales como Blender y Unity. Esta ley establece que el contenido visual, las animaciones y los modelos 3D creados son propiedad intelectual del autor del proyecto (*Ley Federal del Derecho de Autor*, 2020).

2.4.5. Leyes que regulan la conservación de recursos Biológicos.

El proyecto incluye información sobre varias especies de plantas medicinales. El proyecto cumple con las normativas nacionales e internacionales que regulan la conservación y el uso de los recursos biológicos:

El Convenio sobre la Diversidad Biológica 1992 (CDB) establece directrices para el acceso a los recursos genéticos y al conocimiento tradicional asociado. El Convenio

impulsa el uso que mantiene los recursos y la conservación de la biodiversidad (Convención sobre la Diversidad Biológica, 1992).

Ley General de Vida Silvestre regula el uso responsable de la flora y la fauna silvestre en México. La Ley General de Vida Silvestre también incluye a las especies que se usan con fines medicinales (*Ley General de Vida Silvestre*, 2021).

Código de Ética del CONACYT. El código promueve la transparencia y el rigor científico en la difusión del conocimiento. El código asegura que la información sobre las plantas medicinales sea clara y que la información se base en evidencia científica (CONACYT, 2024).

La Publicación de Acceso Abierto garantiza la distribución del contenido del catálogo en plataformas digitales. La Publicación de Acceso Abierto facilita el acceso a los usuarios sin costo. La Publicación de Acceso Abierto contribuye a la democratización del conocimiento (UNESCO, 2021).

La UNESCO impulsa el acceso a la información fiable. Los ciudadanos pueden tomar decisiones informadas y los ciudadanos pueden exigir que los gobiernos asuman responsabilidades (UNESCO, 2024)

Capítulo III. Aplicación de la Metodología

Los métodos de muestreo se dividen en dos grupos: los métodos probabilísticos y los métodos no probabilísticos. El muestreo probabilístico incluye aleatoriedad. El muestreo probabilístico significa que cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser elegido. El muestreo probabilístico permite que los resultados se generalicen a toda la población. En contraste, el muestreo no probabilístico no utiliza la selección aleatoria, sino que se basa en el juicio del investigador para elegir a los participantes que, por su experiencia o conocimiento, pueden aportar información valiosa para el estudio (Berndt, 2020).

Se realizó una investigación aplicada, con un enfoque cualitativo. Para el tipo de muestra se eligió un muestreo no probabilístico por conveniencia para la investigación. Esta técnica permite seleccionar participantes que se encuentran disponibles y accesibles en el entorno de estudio, los cuales deben conocer el tema de la investigación, así como contar con la disponibilidad de observar situaciones, entornos, revisar documentos, artefactos, fotografías o dibujos como posibles fuentes de datos y que manifiestan disposición para participar en el proceso de recolección de datos (Gill., 2020).

3.1 Muestreo

Las poblaciones ayudan a avanzar la ciencia del desarrollo y a reducir los sesgos en la investigación. El muestreo por conveniencia se asocia a poblaciones, como los estudiantes de la universidad o las comunidades que están cerca de las instituciones. Los esfuerzos se orientan a ampliar la diversidad mediante los métodos en línea y la colaboración entre los laboratorios. Las estrategias permiten incluir participantes de los contextos de economía, de cultura y de geografía. Las estrategias hacen que las muestras incluyan participantes y hacen que la comprensión del desarrollo de las personas en poblaciones mejore. Sin embargo, para lograr esto efectivamente, es

necesario diseñar cuidadosamente los estudios priorizando las variables relevantes y utilizando recursos que faciliten la participación de grupos diversos (Doebel y Frank, 2022).

En esta investigación cualitativa sobre el desarrollo de un catálogo digital de plantas medicinales con modelado 3d, se busca comprender el significado que estas plantas tienen desde la experiencia y conocimiento directo de los participantes. A través de métodos de muestreo no probabilístico, se seleccionan personas con saberes tradicionales y científicos que pueden aportar información valiosa sobre el uso y la importancia cultural de estas plantas, permitiendo así una integración reflexiva de sus experiencias para responder a la pregunta de investigación.

3.1.1 Métodos de muestreo cualitativo.

La población se conforma por tres grupos principales: investigadores del Centro de Investigación Biomédica del Sur (CIBIS), estudiantes de nivel licenciatura y posgrado vinculados con proyectos relacionados con plantas medicinales, y personas de comunidades rurales que conservan prácticas tradicionales en el uso de estas especies.

La selección de los participantes se realiza considerando su cercanía geográfica, su vínculo previo con el uso o estudio de plantas medicinales, y su interés en participar voluntariamente en el estudio. Esta modalidad de muestreo facilita el acceso a información relevante y diversa sin requerir procedimientos de selección aleatoria (Sandelowski, 1995).

Tabla 3.1

Métodos de muestreo cualitativo aplicados en la presente investigación.

Método de muestreo	Definición	Aplicación en esta investigación	Ventajas	Limitaciones
Muestra de expertos	Selección intencional de personas con conocimiento profundo en un área específica, relevante para el fenómeno de estudio.	Se eligen de investigadores, académicos y especialistas en fitoquímica, herbolaria, y divulgación científica que validen la pertinencia del catálogo digital, su contenido y su potencial para generar apropiación del conocimiento.	Aporta información altamente especializada y confiable. Permite validar científicamente los contenidos del catálogo. Contribuye a la credibilidad y rigor del estudio cualitativo.	Número reducido de participantes. Puede representar solo la visión científica y no la comunitaria.
Muestreo por conveniencia	Selección de participantes disponibles y accesibles para el investigador, que cumplen	Se seleccionan estudiantes universitarios de carreras como QFB y afines, que han tomado cursos	Fácil acceso y disponibilidad. Útil para evaluar la usabilidad y experiencia de	No representa a toda la población estudiantil. Sesgo por afinidad

	características mínimas necesarias.	o estancias relacionadas con plantas medicinales, y que pueden evaluar la experiencia de aprendizaje dentro del catálogo digital.	aprendizaje del recurso digital. Permite obtener datos de manera rápida.	académica (ya tienen conocimiento previo).
Muestra de voluntarios	Participantes que se integran libremente al estudio por interés genuino en el tema o en la experiencia investigativa.	Población en general interesados en el tema de uso y propiedades de plantas medicinales entre ellos, herbolarios y médicos tradicionales que desean conocer o validar información científica mediante el catálogo digital.	Refleja experiencias reales del contexto comunitario. Permite contrastar el conocimiento tradicional con el científico. Aporta diversidad cultural y vivencias auténticas.	Podría haber mayor variabilidad en el nivel educativo. Los interesados pueden no representar a toda la población general.

Nota. Tabla adaptada de Gill, S. L. (2020). *Métodos de muestreo*. *Revista de Lactancia Humana*, 36(2), 224–226.

3.1.2 Proceso de selección de participantes

El proceso de selección de participantes se realizó mediante tres estrategias de muestreo que respondieron a la naturaleza cualitativa y aplicada de la investigación. En primer lugar, se empleó una muestra de expertos, integrada por investigadores y especialistas

en el área de fitoquímica, herbolaria y divulgación científica del conocimiento, quienes contribuyeron a validar el contenido y la pertinencia académica del catálogo digital. Posteriormente, se aplicó un muestreo por conveniencia, dirigido a estudiantes universitarios de programas como: Química Químico Farmacéutico Biólogo, Biología, y afines al tema de investigación, quienes participaron en la evaluación de la usabilidad, navegabilidad y experiencia de aprendizaje dentro de la plataforma digital. Finalmente, se incorporó una muestra de voluntarios, conformada por miembros de la comunidad, que manifestaron interés en conocer o validar la información científica sobre plantas medicinales. La integración de estos tres grupos permitió obtener una visión integral desde el conocimiento experto, el aprendizaje académico y la experiencia sociocultural, fortaleciendo así la triangulación metodológica empleada en el estudio.

Tabla 3.2

Criterios de inclusión considerados para la selección de participantes

Método de muestreo	Criterios de inclusión
Muestra de expertos	• Ser investigador, docente o especialista en fitoquímica, herbolaria, botánica, etnobotánica, divulgación científica o innovación educativa. • Contar con experiencia comprobable en proyectos, publicaciones o actividades científicas relacionadas con plantas medicinales. • Disposición para revisar, validar y aportar sugerencias al contenido del catálogo digital. • Participar de manera voluntaria en entrevistas o revisión técnica del recurso digital.

Muestreo por conveniencia (estudiantes)	• Ser estudiante universitario activo de programas como Química, Químico Farmacéutico Biólogo, Biología, y afines • Haber cursado asignaturas, talleres o estancias relacionadas con plantas medicinales, fitoquímica o salud ambiental. • Contar con acceso a un dispositivo digital para interactuar con el catálogo. • Participar de manera voluntaria en la evaluación de usabilidad y experiencia de aprendizaje.
Muestra de voluntarios (población general)	• Ser mayor de 18 años. • Tener interés en el uso tradicional o científico de plantas medicinales. • Preferentemente contar con experiencia en prácticas de herbolaria, medicina tradicional o preparación de remedios caseros (no obligatorio). • Disposición para compartir experiencias personales y contrastarlas con la información científica del catálogo. • Participación voluntaria en entrevistas o actividades reflexivas.

Nota: Criterios de inclusión establecidos para la selección de los participantes en los tres grupos de análisis del estudio.

3.2 Diseño de la investigación.

La presente investigación se desarrolla bajo un diseño cualitativo con enfoque aplicado, orientado a comprender cómo un catálogo digital interactivo integrado con contenido multimedia y modelado 3D influye en la experiencia de aprendizaje y en la apropiación del conocimiento científico y tradicional asociado a las plantas medicinales. Aunque el estudio no constituye un experimento en sentido clásico, se estructura una intervención

tecnológica educativa, donde se analizan las percepciones, experiencias y significados construidos por los participantes durante su interacción con el recurso digital.

Este diseño incorpora una triangulación metodológica que articula elementos de la etnografía (observación del contexto y prácticas tradicionales), de la teoría de sistemas (comprensión del catálogo como ecosistema interactivo compuesto por usuarios, contenidos y tecnologías), y de la hermenéutica (interpretación profunda de las narrativas y significados atribuidos por los participantes). La intervención permite identificar cambios en la comprensión y apropiación del conocimiento al comparar la experiencia tradicional de consulta basada en materiales impresos o documentos PDF estáticos— con la exploración de un catálogo interactivo que integra modelado 3d y recursos multimedia.

3.2.1 Tipo de intervención

La intervención se realizó con un enfoque cualitativo al mismo tiempo que buscó explorar cómo las personas perciben el conocimiento y cómo usan el conocimiento usando una herramienta digital nueva. No se contempló la inclusión de un grupo de control formal; en su lugar, el análisis comparativo se sustentó en la recuperación de experiencias previas declaradas por los participantes y en la observación directa de los cambios evidenciados antes y después de la interacción con el recurso.

En primer lugar, la condición previa corresponde a la forma tradicional de consulta de información científica relacionada con plantas medicinales, la cual se basa en el uso de materiales impresos o digitales en formato plano, tales como documentos PDF o catálogos sin elementos interactivos ni tecnologías emergentes. Esta situación se considera como punto de referencia o línea base para valorar los efectos de la intervención.

La intervención central consistió en proporcionar acceso al catálogo digital interactivo para que los participantes exploraran modelos 3D, fotografías, fichas científicas y elementos multimedia.

Figura 3.1

Vista de la sección de validación científica y galería de imágenes del catálogo digital interactivo



Figura 3.2

Componentes interactivos del catálogo digital: visualización 3D y geolocalización de la especie



3.2.2 Aplicación del modelo LXD, UX Y PROTOTIPADO

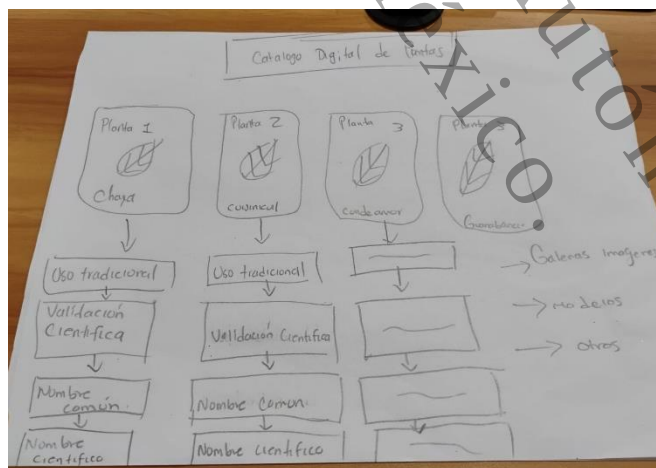
El proceso de diseño del catálogo digital se sustentó en el modelo LXD, un enfoque centrado en las personas que permite comprender las necesidades reales de los usuarios mediante un proceso de 8 pasos, permitiendo construir una experiencia intuitiva, funcional y significativa.

- 1. Investigación y Análisis:** Se exploraron las necesidades de estudiantes, expertos y miembros de la comunidad mediante entrevistas, observación y análisis de contexto relacionados con el uso tradicional y científico de plantas medicinales.

2. **Definición de Objetivos:** En este punto se establecieron cuales eran los objetivos de aprendizaje que se busca obtener. Estos objetivos deben describir cuales son las actividades que los usuarios pueden hacer al terminar la experiencia y los conocimientos que estos logran adquirir.
3. **Ideación y Conceptualización:** En la fase de Ideación y Conceptualización, se realiza la creación de múltiples ideas con el fin de crear una experiencia de aprendizaje útil y memorable. En esta fase de Ideación y Conceptualización, los puntos a considerar fueron los formatos, las actividades, las historias y los elementos interactivos que conectan con los usuarios, se presentaron dibujos bocetos y esquemas preliminares para generar las alternativas de diseño que mostraran la estructura y los componentes del catálogo digital.

Figura 3.3

Proceso de conceptualización: boceto manual

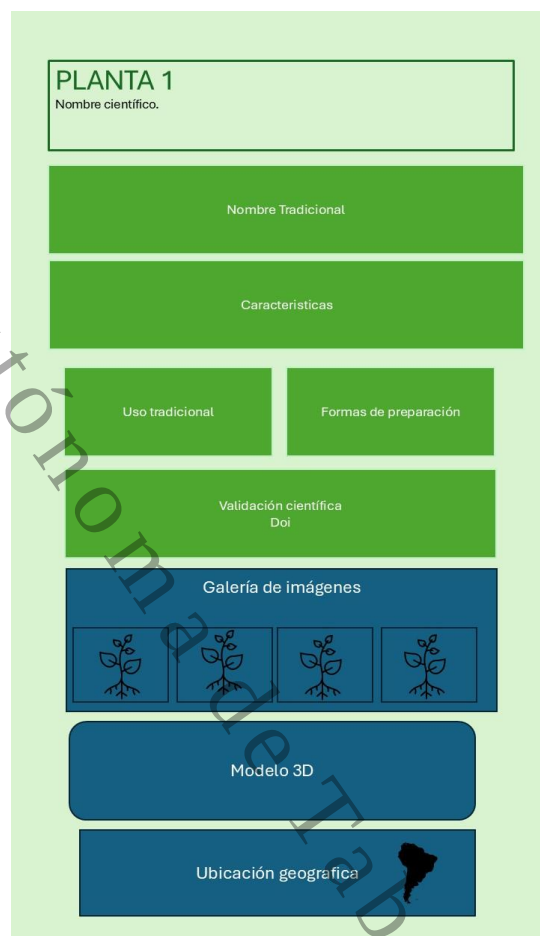


4. **Prototipado:** En esta etapa se crearon los primeros prototipos de baja fidelidad los cuales fueron indispensables para la visualización inicial del catálogo y de cómo se organizaría el contenido. Otro punto importante fue el considerar cómo sería la navegación dentro del catálogo digital. En este punto se hizo énfasis en buscar una mejor experiencia del usuario y

asegurar que la información se presentara de forma clara y accesible, se utilizó una gama de colores en tonos verdes claros acorde con la temática del proyecto de plantas medicinales, y se procuró que los textos presentados estuvieran equilibrados y de forma coherente para que la interacción resultara sencilla, agradable y comprensible para los usuarios.

Figura 3.4

Wireframes de navegación y arquitectura de información del catálogo digital.



- 5. Prueba y Evaluación:** Los prototipos fueron sometidos a retroalimentación por parte de expertos y usuarios, cuyos comentarios guiaron mejoras sucesivas hasta la creación del prototipo final.

Figura 3.5

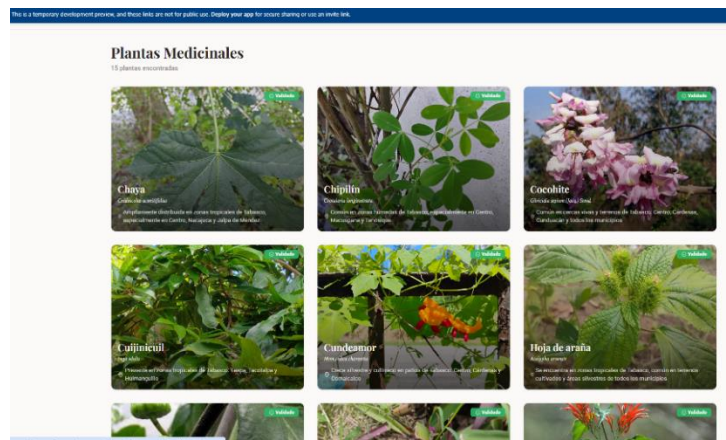
Sesión de prueba y validación del catálogo digital con usuarios



- 6. Iteración y Refinamiento:** Mediante los resultados obtenidos de las pruebas, se realizaron ajustes y mejoras en el diseño. Este es un proceso que se puede repetir hasta poder alcanzar la mejor versión posible.

Figura 3.6

Versión refinada del catálogo digital posterior al proceso de iteración y mejora

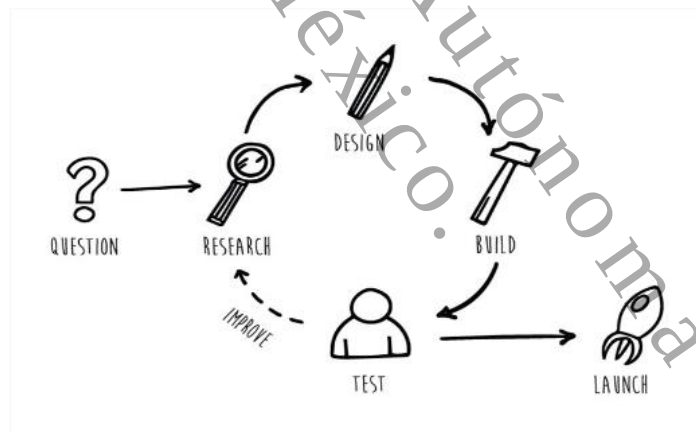


7. **Implementación:** Se realizó el despliegue de la experiencia de aprendizaje completa en el entorno real donde será utilizada.
8. **Medición y Optimización Continua:** Se realizó el monitoreo del desempeño, se recogieron los datos sobre el aprendizaje y la experiencia de los usuarios, y se continuaron las mejoras basadas en la evidencia obtenida.

El LXD es caracterizado por centrarse en la experiencia emocional que tienen los participantes en un proceso de aprendizaje, en su caso utilizando elementos como la narrativa, el diseño visualmente atractivo y la gamificación cuando sea apropiado (Floor, 2023).

Figura 3.7

Ciclo iterativo de diseño y mejora de las experiencias de aprendizaje (Floor, 2023).

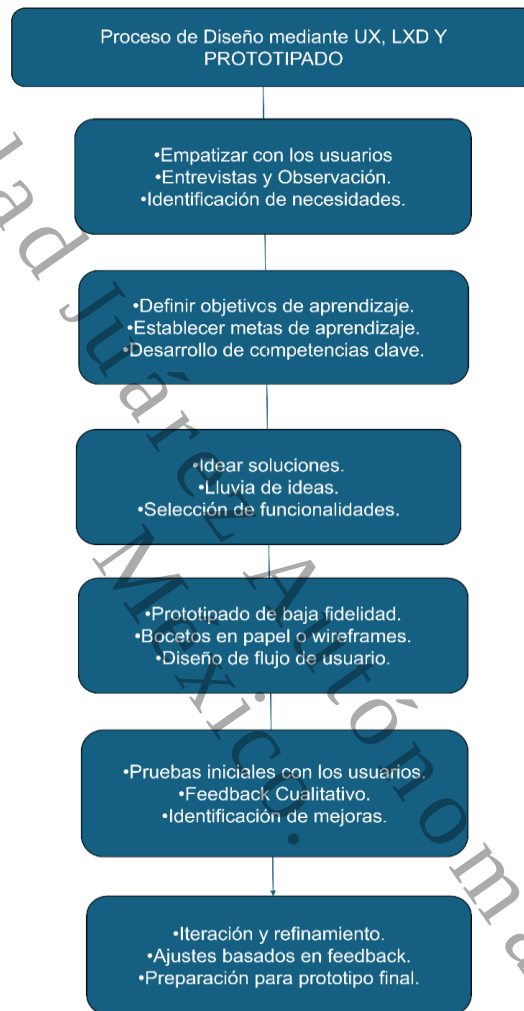


Proceso de diseño mediante los modelos UX, LXD y prototipado.

En el siguiente diagrama se presentan las etapas fundamentales que guiaron en el desarrollo del primer prototipo del catálogo digital de plantas medicinales, el enfoque aplicado fue centrado en el usuario. Las fases involucradas fueron empatía, definición de objetivos de aprendizaje, ideación, prototipado de baja fidelidad, pruebas iniciales con usuarios y refinamiento del diseño.

Figura 3.8

Diagrama Proceso de Diseño aplicando los modelos UX, LXD y Prototipado



Nota: *Elaboración propia.*

Tabla 3.3

Proceso del primer prototipo o prototipo de baja fidelidad.

Etapa	Nombre	Descripción detallada	Herramientas utilizadas
1	Empatizar con los usuarios	Se realiza la identificación de las necesidades y expectativas en base a los resultados de entrevistas, observación participativa.	Entrevistas, notas de campo.
2	Definir objetivos de aprendizaje	Se establecieron objetivos de aprendizaje para los distintos públicos: estudiantes, investigadores y comunidad en general.	Marco LXD, análisis de competencias
3	Idear soluciones	Se realizó una lluvia de ideas sobre los tipos de interacción, contenido multimedia, modelado 3d y estructura del catálogo.	Design Thinking, Reuniones creativas, esquemas en papel
4	Prototipado de baja fidelidad	Se elaboran wireframes o bocetos en papel o herramientas digitales para planear la navegación y estructura básica del catálogo.	Papel, lápiz, Canva o H5P, Notion.
5	Pruebas iniciales con usuarios	Se realizarán sesiones de prueba con usuarios seleccionados para evaluar navegabilidad, claridad del contenido y utilidad.	Entrevistas breves, observación directa
6	Iteración y refinamiento del diseño	Se analizó el feedback recibido de los participantes, se ajustan los errores y se	Bitácora de observaciones.

mejora el prototipo. Se documentan cambios antes de pasar al prototipo final.

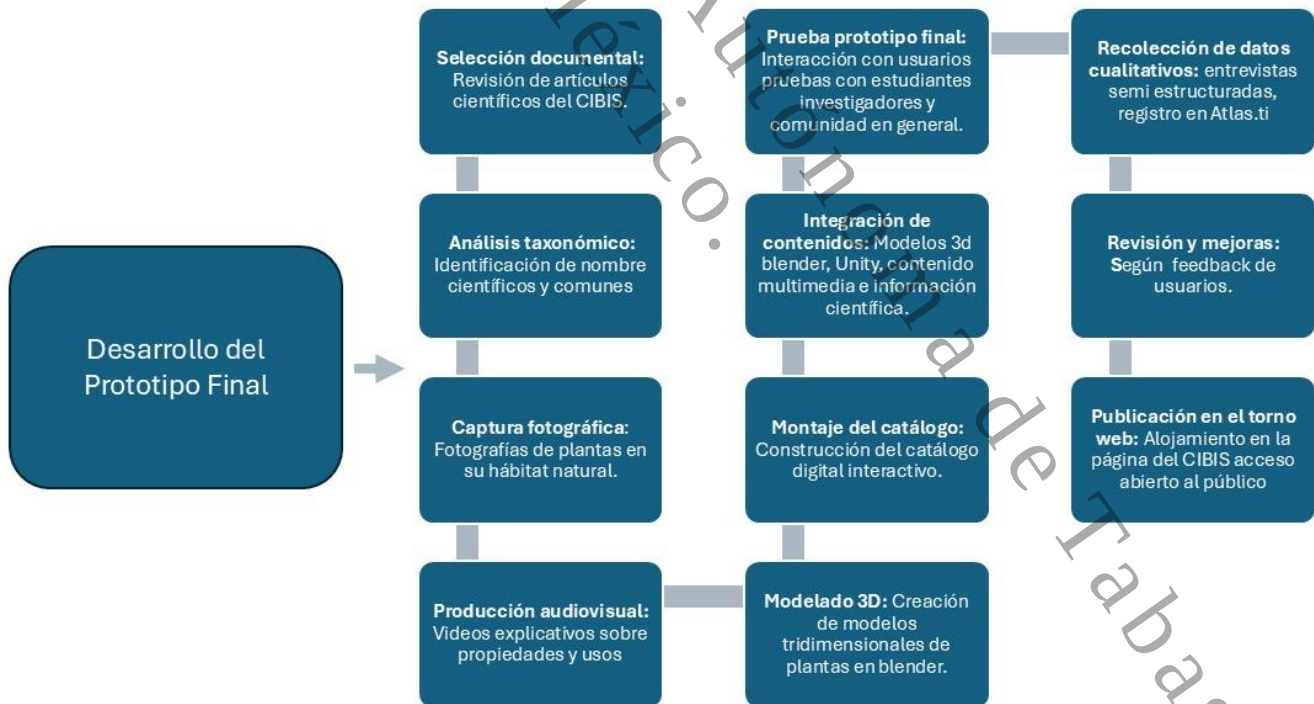
Nota: Tabla de la propuesta del primer prototipo del Catálogo Digital.

Desarrollo del prototipo final del catálogo digital.

El diagrama muestra el flujo completo de producción del prototipo final, desde la revisión documental y el análisis taxonómico hasta el modelado 3D, la integración de contenidos, las pruebas con usuarios, la recolección de datos cualitativos y la publicación en la plataforma web institucional.

Figura 3.9

Diagrama de Desarrollo del Prototipo Final



Nota: Elaboración propia.

Tabla 3.4*Desarrollo del prototipo Final.*

Etapa	Nombre	Descripción detallada	Herramientas utilizadas
1	Selección documental	Se revisaron 20 artículos científicos del CIBIS relacionados con plantas medicinales para seleccionar la base teórica del catálogo.	Revisión bibliográfica, gestores de referencias (Zotero, Mendeley).
2	Análisis taxonómico	Se identificaron y validaron los nombres científicos y comunes de las plantas, con apoyo en fuentes académicas y etnobotánicas.	Bases taxonómicas, literatura especializada.
3	Captura fotográfica	Se obtuvieron fotografías de alta calidad de las plantas en su hábitat natural, priorizando detalles morfológicos.	Cámara digital, dispositivos móviles.
4	Modelado 3D	Se crean modelos tridimensionales de las plantas usando Blender, para integrarlos como objetos interactivos.	Blender, tableta gráfica (opcional).
5	Montaje del catálogo	Se construye la estructura del catálogo digital interactivo con navegación intuitiva y estructura de aprendizaje.	HTML/CSS, JavaScript, plataformas web, CMS.
6	Integración de contenidos	Se integran los modelos 3D, información científica, multimedia y recursos en la plataforma mediante Unity.	Unity, Vuforia (para RA), gestor de medios.

7	Prueba del prototipo final	Se realiza la validación del catálogo con usuarios reales: estudiantes, investigadores y comunidad.	Dispositivos móviles, guías de interacción.
8	Recolección de datos cualitativos	Se documenta la experiencia mediante entrevistas, observación directa, grupos focales y registro en Atlas.ti.	Grabadora, notas de campo, Atlas.ti.
9	Revisión y mejoras	Se identifican oportunidades de mejora en la interfaz, contenidos y estructura pedagógica según el feedback de usuarios.	Cuestionarios de percepción, sesión de retroalimentación.
10	Publicación en entorno web	Se aloja el catálogo en el repositorio de Git Hub para posteriormente hacerlo de acceso público.	Servidor institucional, CMS o sitio web personalizado.

Nota: Tabla de la propuesta del prototipo final. Elaboración propia.

3.2.3 Variables

En cuanto a las variables del estudio, se definió como variable independiente el acceso al catálogo digital con contenido multimedia y modelado 3d. Las variables dependientes corresponden a los efectos observables derivados de dicha interacción, e incluyen los siguientes aspectos:

1. Comprensión de las propiedades medicinales de las plantas.
2. Motivación e interés en la temática abordada.
3. Apropiación del conocimiento científico y tradicional.

4. Percepción de la utilidad del recurso para procesos de investigación y aprendizaje.

Respecto a las unidades de análisis, se identificaron dos niveles:

1. Unidades experimentales: conformadas por los grupos de participantes que interactuaron con el catálogo digital, incluyendo estudiantes, investigadores y miembros de comunidades con prácticas relacionadas con el uso de plantas medicinales.
2. Unidades observacionales: constituidas por las experiencias, expresiones, conversaciones, actitudes y comportamientos observados durante la interacción con el recurso, lo cual permitió identificar patrones de comprensión, motivación y apropiación del conocimiento.

3.3 Procedimiento

Consentimiento informado

Para el presente trabajo de investigación, se realiza la invitación a participar de forma oral, comunicando a cada uno de los participantes los propósitos del estudio, así como también se expone que la participación debe ser voluntaria. El consentimiento informado no se redactó a través de un documento físico en su lugar se implementó una sección de consentimiento en el formulario digital que se utilizaba para la recopilación de datos. En dicho formulario, los participantes confirmaron haber entendido el propósito del estudio, el tipo de información que sería recopilada, así como las garantías de confidencialidad y anonimato. La participación únicamente se llevó a cabo cuando los individuos marcaron la opción de aceptación dentro del formulario, lo cual constituyó su consentimiento explícito para participar en entrevistas y en las actividades de interacción con el catálogo digital.

Interacción con el recurso digital

Los participantes accedieron al catálogo digital, utilizando dispositivos móviles o computadoras según disponibilidad. En esta fase, se registraron las experiencias de navegación, la interacción con modelos 3D y los elementos multimedia, así como las percepciones sobre la estructura y contenido del catálogo.

Recolección de datos según tipo de muestra

Dado que la investigación trabaja con tres grupos distintos, la recolección de datos se adaptó a las características de cada uno para obtener información rica y contextualizada.

1.-Muestra de expertos (Investigadores)

Instrumento aplicado: Observación participativa a Grupo focal. (Diario de observación).

La muestra de expertos fue conformada por un grupo focal integrado por siete investigadores especialistas en el estudio de plantas medicinales y en trabajos de divulgación científica, relacionados con el tema de estudio. Para la interacción con el primer prototipo se trabajó mediante una modalidad de observación participativa, en la cual los investigadores interactuaron libremente con el catálogo digital, explorando su contenido, evaluaron los criterios respecto a navegación, e interactuaron con todos los elementos multimedia. Durante la interacción, no se aplicó una encuesta formal; en su lugar, los participantes expresaban espontáneamente sus percepciones, opiniones y sugerencias sobre la claridad de la información, los contenidos multimedia, así como también su experiencia de navegación y la pertinencia científica del contenido.

Todos los datos recopilados tales como, observaciones, percepciones, comentarios y recomendaciones fueron registradas en un diario de observación, el cual resulto indispensable a la hora de recopilar los datos cualitativos, ya que fueron valiosos para

realizar las mejoras de usabilidad, navegación, estructura, e integración multimedia del catálogo antes de aplicarlo con los siguientes grupos de participantes.

2.- Muestreo por conveniencia (estudiantes universitarios)

Instrumento aplicado: Cuestionario de experiencia de usuario con escala Likert.

Para la segunda muestra se realiza un muestreo por conveniencia, para esta se trabajó con estudiantes universitarios de carreras afines con el tema de investigación, los cuales participaron de forma voluntaria en la evaluación de la experiencia de usabilidad del catálogo digital y en un contexto real de aprendizaje. A diferencia del grupo de expertos, cuya función fue analizar la pertinencia científica del contenido en general del catálogo, en este momento se buscó valorar la experiencia de uso desde la perspectiva del usuario.

Durante la interacción con el catálogo digital, los estudiantes exploraron libremente su contenido, navegación, organización de la información y elementos multimedia, particularmente los modelos tridimensionales. En la interacción que los estudiantes tuvieron con el catálogo digital, pudieron explorar de forma libre y a su tiempo todos y cada uno de los contenidos sobre las plantas tales como las galerías de imágenes, los modelos 3d, los contenidos conceptuales, así como los datos de localización y referencias citadas de los trabajos de investigación entre otras.

Posterior a la interacción se aplicó un cuestionario de experiencia de usuario el cual fue adaptado y estructurado con escala tipo Likert de cinco puntos, este fue diseñado específicamente para poder recoger los datos sobre las percepciones respecto a la facilidad de uso, claridad del contenido, interactividad, motivación y satisfacción general. Si bien el instrumento utilizaba una escala ordinal, no estaba diseñado para realizar análisis estadísticos inferenciales, sino más bien para sistematizar las opiniones subjetivas descriptivas de los participantes.

Los resultados fueron procesados con una distribución de frecuencias porcentual por reactivo, y fue posible identificar tendencias de aceptación, fortalezas y debilidades del

recurso. Estas tendencias de aceptación permitieron realizar algunas inferencias positivas respecto al recurso, mientras que las debilidades abrieron retos para su mejora.

La información recogida en esta etapa proporcionó evidencias sobre la funcionalidad pedagógica y tecnológica del catálogo digital, posibilitando fortalecer su diseño previo a su aplicación con la población general y contribuyendo al proceso de triangulación metodológica.

Aspectos explorados:

1. Experiencia de navegación.
2. Comprensión de la información.
3. Percepción de los participantes sobre la interacción con los modelos 3d para el aprendizaje.
4. Motivación e interés.
5. Utilidad del catálogo para su formación académica.

3.-Muestra de voluntarios (comunidad general y saber tradicional)

Instrumento aplicado: Entrevistas semiestructuradas

La muestra de voluntarios estuvo conformada por personas de la comunidad quienes manifestaron interés y experiencia en el uso tradicional de plantas medicinales, a los cuales se les aplicaron entrevistas semiestructuradas las cuales estuvieron orientadas a recuperar datos sobre las percepciones, así como las experiencias y los conocimientos adquiridos derivados del uso del catálogo digital.

Mediante este instrumento cualitativo se logró explorar cómo los participantes interpretaron toda la información presentada en el catálogo digital, y de qué manera ellos

logran contrastarla con sus conocimientos previos referente al uso tradicional y como o que significado le otorgan después de integrar todo con la la evidencia científica y las tecnologías emergentes integradas para la divulgación del conocimiento.

El análisis de los datos recopilados de esta muestra fue esencial para responder la pregunta de investigación y dar valor a la hipótesis propuesta, ya que ofreció una visión culturalmente situada sobre la apropiación del conocimiento.

Cada una de las respuestas obtenidas en esta muestra permitió identificar de qué manera el recurso digital fortalece y complementa a la vez que transforma las prácticas y creencias tradicionales en el tema sobre plantas medicinales del Estado de Tabasco. De la misma manera sus declaraciones revelaron el potencial que el catálogo tiene como una herramienta accesible para la comunidad en general, capaz de vincular el conocimiento tradicional con los aportes de investigación científica. Figurando como un recurso digital comprensible, visualmente atractivo y culturalmente aceptable. Abriendo camina para el impacto social y educativo del recurso diseñado.

Aspectos explorados:

1. Usos tradicionales de las plantas.
2. Contraste entre saber tradicional y contenido científico.
3. Percepción de utilidad del catálogo.
4. Interpretación del contenido multimedia y modelado 3d.

Registro y documentación

Durante las sesiones, se utilizaron diversos mecanismos para documentar la experiencia:

1. Notas de campo.
2. Registros audiovisuales (cuando hubo autorización).

3. Observaciones directas.
4. Respuestas de entrevistas.

Organización del material para análisis

Todo el material recolectado se digitalizó y sistematizó para su análisis en Atlas.ti, siguiendo las fases de preparación, codificación abierta, codificación axial, interpretación temática y triangulación de información.

3.4 Análisis de Datos

El análisis de datos se realizó mediante un enfoque cualitativo interpretativo, orientado a comprender las percepciones, experiencias y significados construidos por los participantes durante su interacción con el catálogo digital interactivo. Debido a que los instrumentos aplicados variaron según el tipo de muestra, el proceso de análisis integró técnicas diferenciadas y posteriormente articuladas mediante triangulación metodológica.

3.4.1 Análisis de datos de la muestra de expertos.

Instrumento: Observación participativa en grupo focal (diario de observación)

Para la muestra de expertos integrada por siete investigadores especializados en fitoquímica, herbolaria científica y divulgación del conocimiento se llevó a cabo un grupo focal en el que los participantes interactuaron libremente con el catálogo digital. Durante la sesión, los investigadores expresaron de manera espontánea sus opiniones sobre la claridad del contenido, la calidad científica, la organización de la información y la funcionalidad general del recurso digital. Todas las observaciones y comentarios fueron registrados en un diario de observación, generando datos cualitativos de alto valor para la mejora del catálogo.

Método de análisis

El análisis de la información se realizó mediante técnicas cualitativas, incluyendo:

- Codificación temática inicial, para identificar patrones en las observaciones de los expertos.
- Agrupación de categorías emergentes, tales como precisión científica, navegabilidad, claridad taxonómica y pertinencia del diseño.
- Comparación entre participantes, considerando coincidencias y divergencias en sus valoraciones.
- Análisis interpretativo, centrado en cómo los juicios expertos contribuyeron a validar, corregir o fortalecer los contenidos y elementos digitales del catálogo.

Aunque la información no provino de un instrumento cuantitativo, la naturaleza experta de los comentarios permitió realizar una evaluación crítica profunda, orientada a mejorar la calidad científica y la experiencia de usuario.

Tipos de hallazgos que se generaron

- Validez científica del contenido, confirmada y retroalimentada por los especialistas.
- Adecuación del nivel de divulgación, considerando el equilibrio entre rigor académico y accesibilidad.
- Claridad taxonómica y solidez conceptual, sugerencias de precisión en nombres, fichas y descripciones.

- Pertinencia del diseño, navegación y funcionalidad del recurso, incluyendo recomendaciones para mejorar la experiencia del usuario y la integración multimedia.

3.4.2 Análisis de datos del muestreo por conveniencia (estudiantes universitarios)

Instrumento: Cuestionario de experiencia de usuario con escala Likert

Los estudiantes de carreras afines (Química, QFB, Biología, entre otras) interactuaron con el catálogo digital en un entorno académico controlado y, posteriormente, respondieron un cuestionario estructurado de experiencia de usuario con escala tipo Likert de cinco puntos. El instrumento estuvo orientado a recoger valoraciones relacionadas con la facilidad de uso, claridad del contenido, interactividad, motivación y percepción general del recurso.

Método de análisis

Dado que el instrumento empleó una escala ordinal, el análisis se realizó mediante estadística descriptiva simple, considerando la distribución porcentual de las respuestas en cada reactivo. No se aplicaron pruebas inferenciales ni se calculó el índice global de usabilidad del modelo SUS, ya que el propósito del estudio no fue medir desempeño cuantitativo estandarizado, sino identificar tendencias de percepción y niveles de aceptación del recurso.

Los resultados fueron organizados por reactivo, permitiendo observar la concentración de respuestas en los distintos niveles de la escala y detectar patrones de valoración positiva o posibles áreas de mejora. Este procedimiento permitió sistematizar de manera estructurada las percepciones estudiantiles dentro del enfoque cualitativo predominante del estudio.

Tipo de hallazgos generados

A partir del análisis descriptivo se obtuvieron los siguientes tipos de hallazgos:

- Tendencias de percepción sobre la usabilidad y facilidad de navegación.
- Nivel de claridad en la comprensión del contenido científico.
- Valoración de la integración del modelado 3D como recurso didáctico.
- Grado de motivación e interés generado por el catálogo.
- Nivel de satisfacción global y aceptación del recurso en el contexto académico.

Estos hallazgos aportaron evidencia descriptiva sobre la funcionalidad pedagógica y tecnológica del catálogo digital, complementando la validación cualitativa realizada por el grupo de expertos y fortaleciendo el proceso de triangulación metodológica del estudio.

3.4.3 Análisis de datos de la muestra de voluntarios (población general y saber tradicional)

Instrumento: Entrevista semiestructurada.

Los participantes con conocimientos tradicionales y personas interesadas en plantas medicinales fueron entrevistados después de interactuar con el catálogo digital.

Método de análisis

El análisis se centró en identificar:

- significados culturales,
- contrastes entre saber tradicional y contenido científico,
- interpretaciones personales sobre la RA,
- utilidad del catálogo para la vida cotidiana.

El proceso de análisis consistió en:

- **Lectura comprensiva** de las narrativas.

- **Codificación abierta** para detectar experiencias, creencias y prácticas tradicionales.
- **Codificación axial** para integrar categorías como identidad cultural, prácticas medicinales, confianza en la tecnología, y percepción del recurso como puente entre tradición y ciencia.
- **Interpretación hermenéutica**, enfocada en el significado que las personas atribuyen a las plantas y a la visualización mediada por tecnología.

Tipos de hallazgos que se generaron

- Confirmación o contraste entre usos tradicionales y evidencia científica.
- Percepción del catálogo como herramienta de apoyo comunitario.
- Interpretación cultural de modelos 3D y RA.
- Narrativas de apropiación del conocimiento desde la experiencia cotidiana.
- Valoración del recurso como medio para la preservación cultural.

3.4.4 Síntesis y triangulación

Finalmente, se realizó una **triangulación metodológica** integrando:

- **Validación científica** (expertos),
- **Experiencia académica** (estudiantes),
- **Perspectiva sociocultural** (población general).

Esta triangulación permitió:

- Fortalecer la confiabilidad de los hallazgos,
- Cruzar percepciones provenientes de diferentes contextos,
- Construir una visión integral sobre la influencia del catálogo en la apropiación del conocimiento.

Se emplea el software Atlas.ti versión 23 (Windows), herramienta especializada en el análisis cualitativo de datos textuales, audiovisuales y gráficos. Este programa permite organizar, codificar, vincular y visualizar patrones y relaciones entre categorías. Se construyen redes semánticas que ilustran la conexión entre las experiencias descritas por los participantes y las variables de interés.

Tabla 3.5

El proceso de análisis se estructura en las siguientes fases:

Fase	Descripción
1. Preparación de datos	Transcripción de entrevistas y grupos focales, digitalización de notas de campo y revisión del material audiovisual.
2.Codificación abierta	Identificación de unidades significativas de información, sin categorías predeterminadas.
3.Codificación axial	Agrupación de códigos por afinidad, identificando categorías principales y subcategorías.
4.Interpretación temática	Análisis de patrones, recurrencias y contradicciones, construyendo redes de significado.

5. Triangulación	Validación cruzada de la información mediante la comparación de diferentes fuentes y técnicas.
------------------	--

Nota: Proceso de análisis y codificación de los datos.

Este enfoque permite comprender el impacto subjetivo del recurso digital en el proceso de aprendizaje, así como los elementos tecnológicos, pedagógicos y culturales que influyen en su apropiación. Dado el enfoque cualitativo, no se utilizan técnicas estadísticas paramétricas ni no paramétricas, ya que el objetivo no es medir ni generalizar, sino interpretar profundamente la experiencia del usuario.

Capítulo IV. Resultados y Discusión

4.1. Resultados

El presente capítulo expone los resultados obtenidos a partir del análisis cualitativo de la información recolectada durante la interacción de los distintos grupos de participantes con el catálogo digital de plantas medicinales. Los datos fueron obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas, observación participativa y diario de campo, y procesados con el software Atlas. Ti, lo que permitió identificar categorías emergentes, patrones de significado y relaciones conceptuales vinculadas con la experiencia de aprendizaje y la divulgación científica.

Los resultados se organizan de acuerdo con los tres grupos de análisis considerados en la investigación: expertos, estudiantes y público en general, con el propósito de mostrar de manera diferenciada sus percepciones y experiencias.

4.1.1 Resultados Muestra de Expertos

Evaluación del prototipo inicial con investigadores.

El proceso de validación del catálogo digital se estructuró en tres momentos metodológicos progresivos. En la primera fase, se realizó la evaluación por parte de la muestra de expertos, con el propósito de garantizar la solidez científica, coherencia y pertinencia ética del recurso antes de su aplicación en un entorno educativo. Esta etapa permitió realizar ajustes estructurales y conceptuales derivados del análisis cualitativo inductivo.

Como primer paso para la codificación de los resultados obtenidos de los instrumentos cualitativos se realizan las siguientes acciones:

Figura 4.1

[illegible]

Figura 4.2

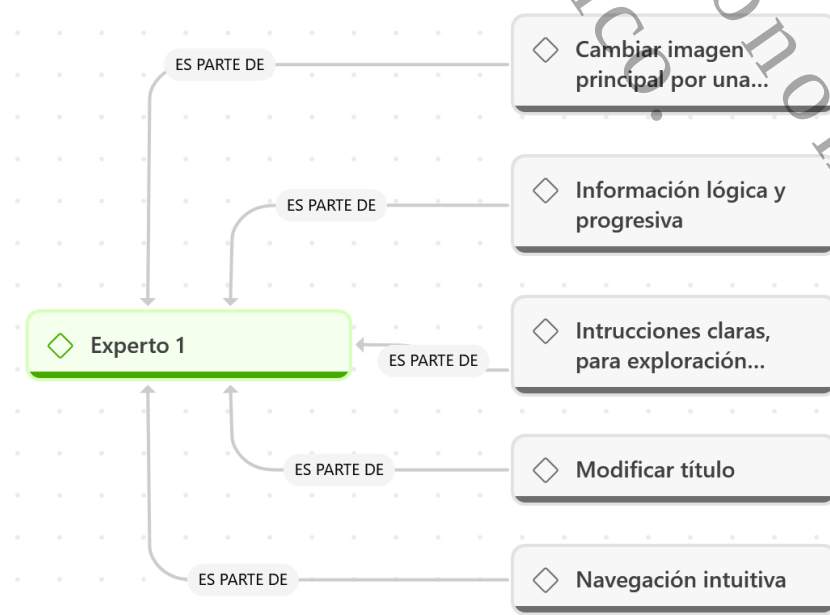
[illegible]

Nota: en la figura 4.2 se observa que la palabra información es la más frecuente en las respuestas de la entrevista al grupo de expertos entrevistados, así mismo las palabras, información, imagen, tabasco, intuitiva, tradicional, científica, colocar, sugiero, son las más mencionadas.

El análisis de la muestra de expertos se desarrolló bajo un enfoque inductivo sustentado en la Teoría Fundamentada propuesta por Strauss y Corbin (2002), aplicando un proceso sistemático de codificación abierta, axial y selectiva mediante el software Atlas.ti. A partir de las entrevistas individuales se identificaron unidades de significado emergentes, las cuales fueron organizadas en categorías conceptuales relacionadas con la usabilidad, validez científica, ética de divulgación y articulación entre tradición y ciencia. La construcción de redes semánticas permitió visualizar las relaciones entre códigos y consolidar patrones recurrentes, evidenciando cómo la validación experta contribuyó al fortalecimiento estructural, epistemológico y comunicativo del catálogo digital de plantas medicinales.

Figura 4.3

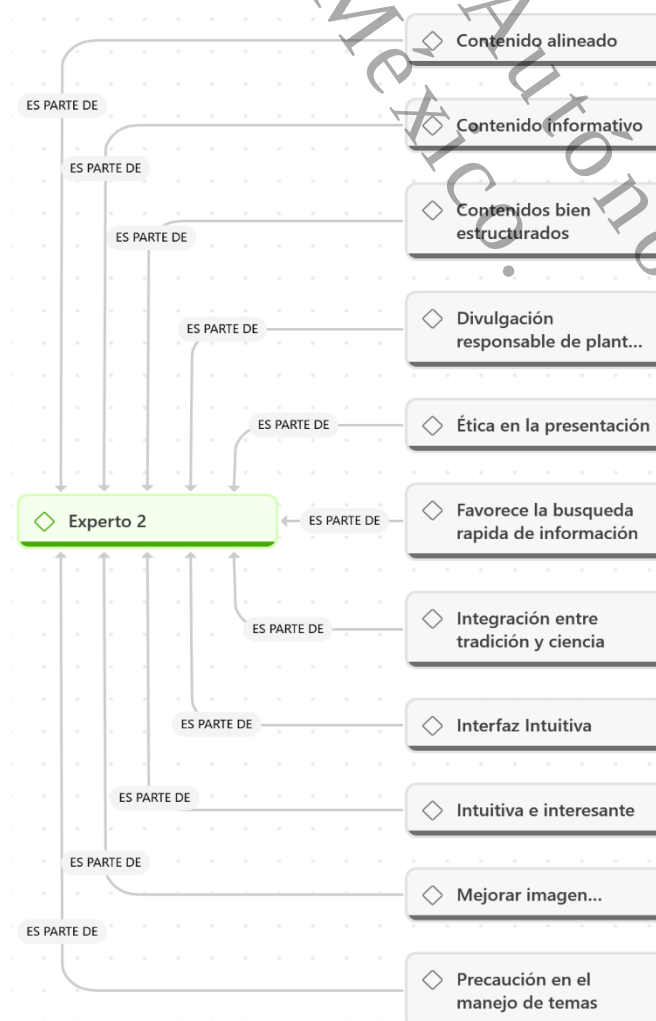
Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 1



En la figura 4.3, se evidenció una valoración centrada en los aspectos de la parte estructural y visual, así como de navegabilidad del recurso. Las observaciones realizadas se orientaron más hacia la mejora de la imagen principal con la finalidad de dar un mejor contexto sobre el tema, se hace mención positiva sobre la organización lógica y progresiva de la información, se manifiesta claridad en los pasos de instrucciones de exploración, así como también se deja claro que se ha tenido una navegación intuitiva, se hace énfasis en la necesidad de modificación del título principal del catálogo. Cada uno de los datos se agrupan en una categoría axial vinculada con la mejora de la experiencia de usuario y coherencia estructural, indicando una validación enfocada en la arquitectura informacional del catálogo.

Figura 4.4

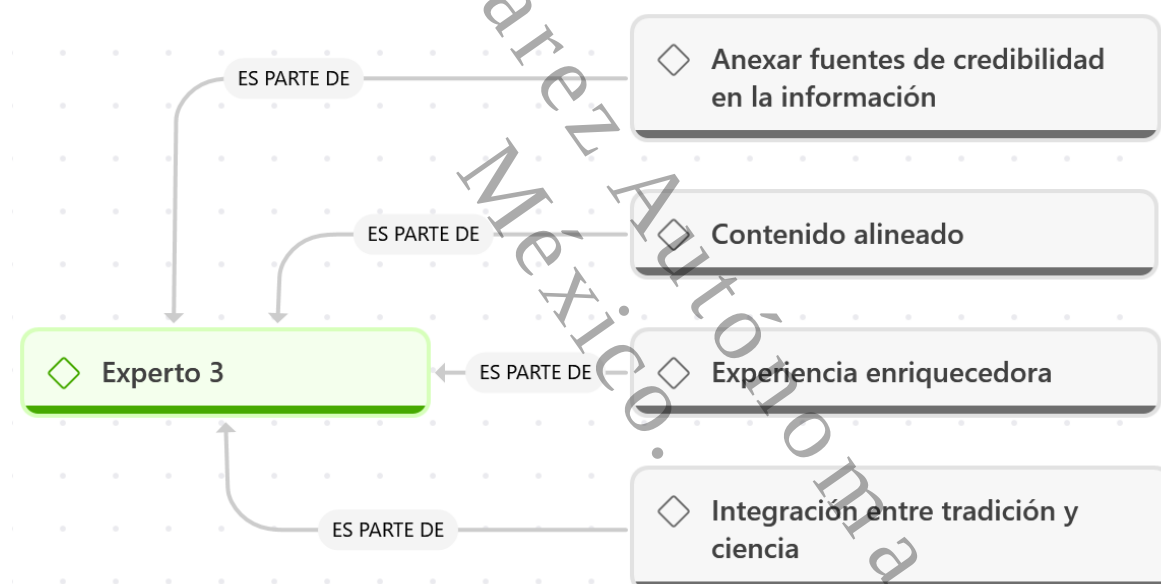
Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 2



Dentro de los datos recopilados del experto 2, se hace mención que los contenidos informativos se encuentran claramente estructurados, alineados, lo cual favorece la búsqueda rápida de la información dejando en claro que cuenta con una interfaz intuitiva e interesante, donde los temas son abordados con ética en la presentación de los contenidos científicos y tradicionales integrados, todo esto para una divulgación responsable sobre el uso de plantas medicinales, se menciona que algunas imágenes deberían ser mejoradas y manejar algunos temas de salud con mucha precaución por cuestiones de salud.

Figura 4.5

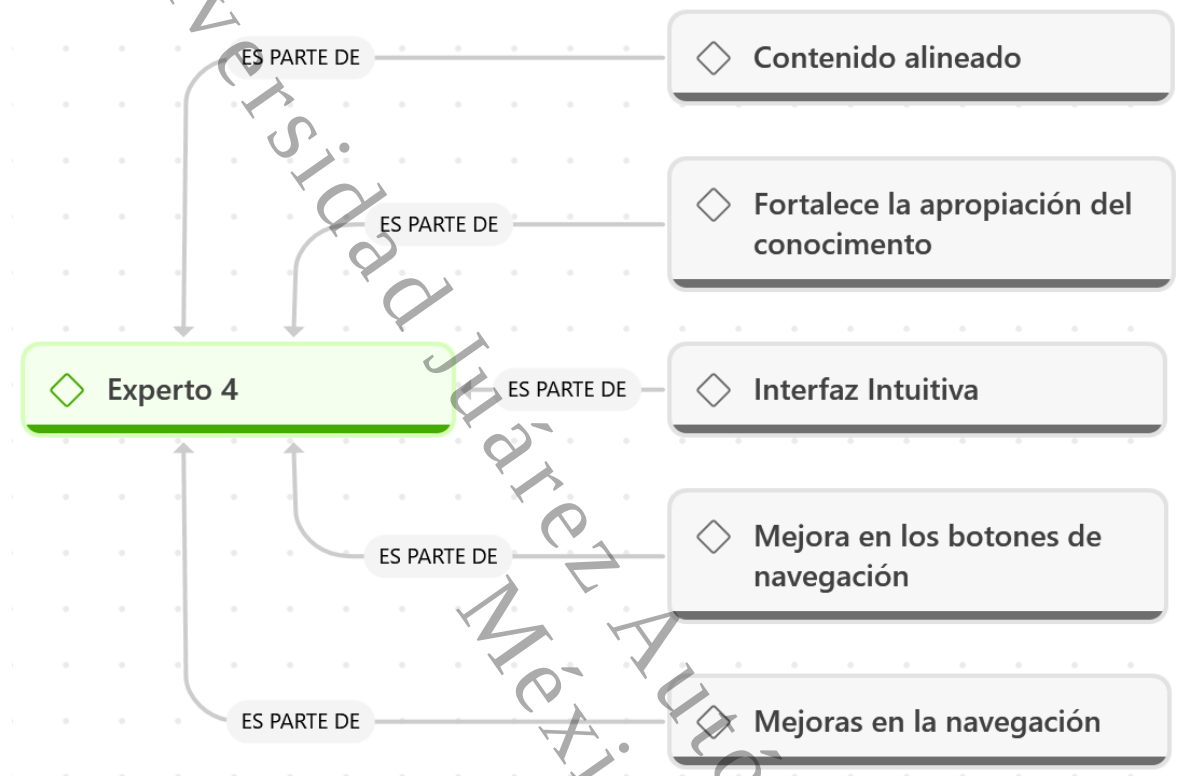
Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 3



De los datos recopilados del Experto 3 se enfocaron en la credibilidad de la información y la experiencia de aprendizaje generada por el recurso. Se menciona que cuenta con un contenido alineado de información en base al tema, lo cual permite tener una experiencia enriquecedora al interactuar con el recurso, el contar con un contenido que integra ciencia y tradición fortalece el recurso y se hace énfasis en validar siempre que las fuentes de información sean confiables como las validadas desde el ámbito científico.

Figura 4.6

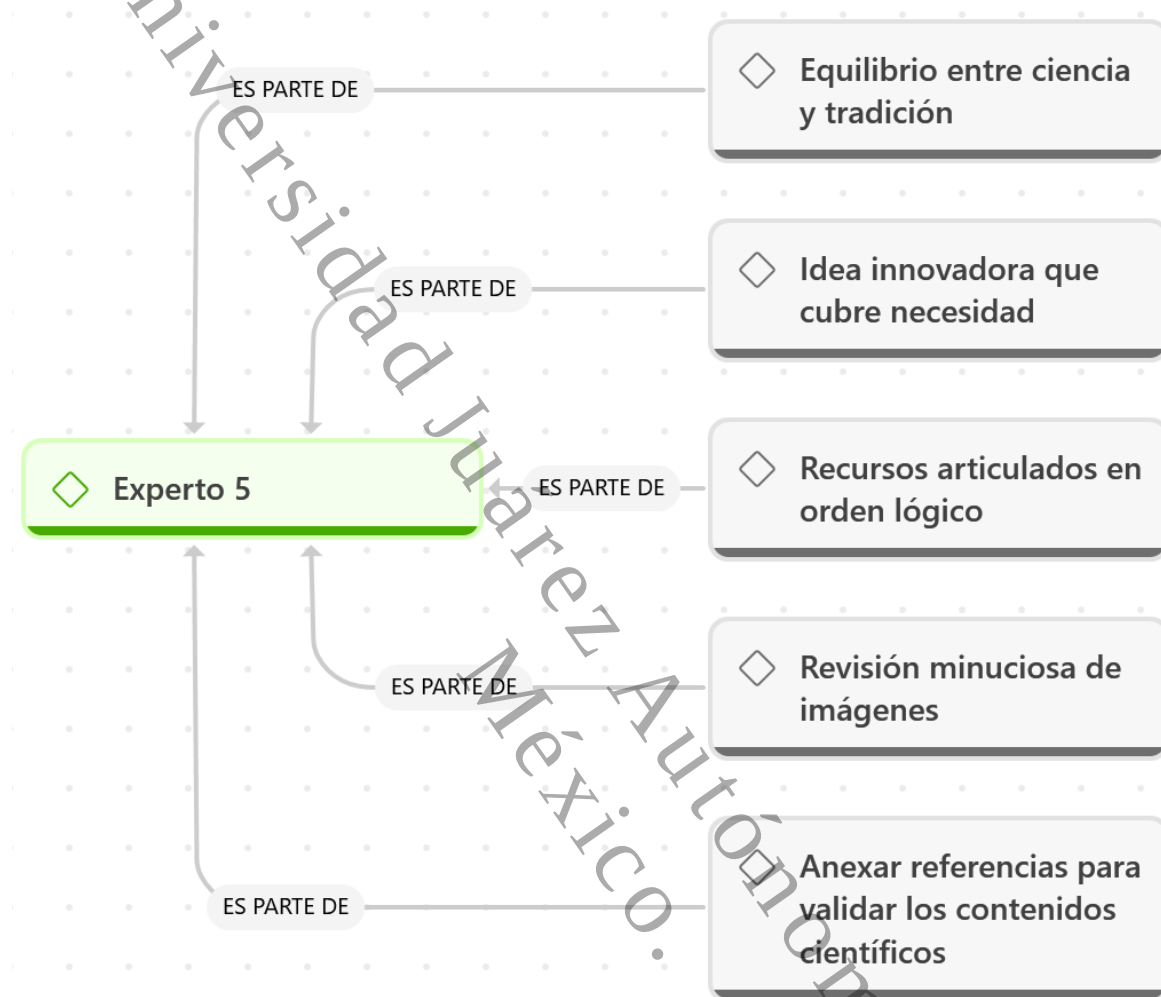
Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 4



De los datos obtenidos del experto 4 se destacan la alineación del contenido y su contribución al fortalecimiento de la apropiación del conocimiento. Se percibe la interfaz como intuitiva que cuenta con un contenido alineado y entendible que no solo fortalece la apropiación del conocimiento si no también la navegación dentro del recurso, sin embargo, se necesita realizar mejoras en los botones de navegación para una mejor interacción.

Figura 4.7

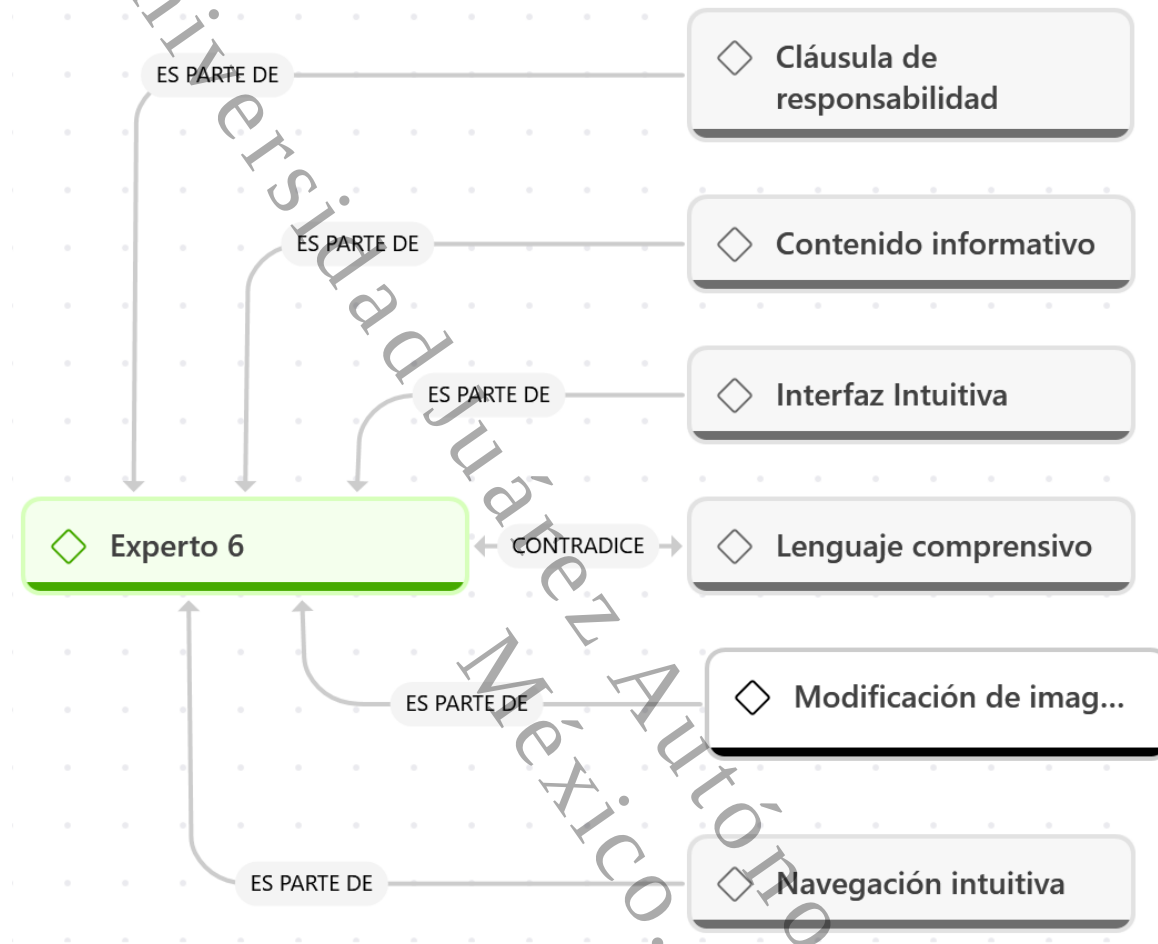
Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 5



Los datos recopilados del experto 5 se centraron en el equilibrio existente entre los contenidos de ciencia y tradición, los cuales lograron ser articulados en orden lógico y coherente, se sugiere realizar una revisión minuciosa de imágenes para futuras mejoras, y anexar referencias para la validación de los contenidos científicos, en si se concluye que el recurso es apreciado como una idea innovadora la cual cubre una necesidad actual donde se necesita encontrar un equilibrio entre ciencia y tradición para una divulgación responsable.

Figura 4.8

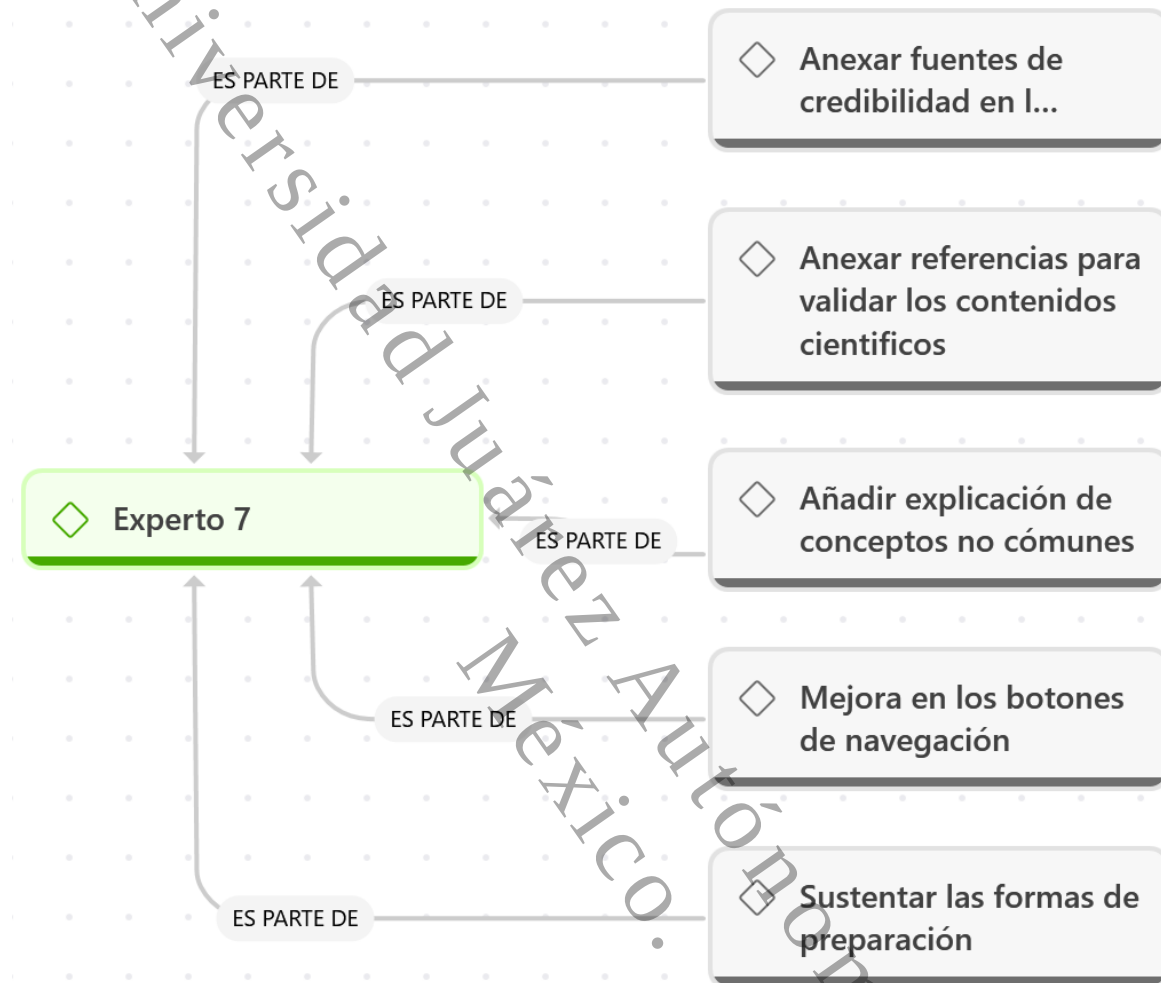
Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 6



Los datos recopilados del experto 6 destacaron la importancia de incluir dentro del catálogo una cláusula de responsabilidad referente al tema medicinal de las plantas y se también se enfatiza el aclarar que la información presentada es solo con fines informativos, los datos mostraron que se cuenta con un lenguaje comprensivo y claro, de la misma forma la interfaz se percibe como intuitiva lo cual facilita la navegación dentro del recurso digital. En esta red se puede ubicar una categoría relacionada con la ética en la comunicación enfocada en la precisión de la información, enfatizando la importancia de presentar un lenguaje comprensible y responsable a la hora de hacer divulgación de plantas medicinales.

Figura 4.9

Red semántica de códigos derivada del análisis de la entrevista del Experto 7



Finalmente, los datos recopilados del experto 7 enfatizaron la importancia de anexar el origen de las fuentes de credibilidad para dar sustento científico en las formas de preparación, y en explicar en un lenguaje claro los conceptos no comunes que se presentan en el catálogo digital otro de los puntos mencionados fue el de mejorar los botones de navegación. Estas observaciones fueron integradas en la categoría axial

asociada a validación científica y claridad conceptual, reforzando la necesidad de contar con un sustento bibliográfico y una precisión en la terminología del recurso.

Figura 4.10

Distribución de frecuencia de los códigos emergentes identificados en el análisis del grupo de expertos.



La Figura 4.10 presenta la frecuencia con la que aparecieron los principales temas identificados en las entrevistas a los expertos. Los resultados muestran que los aspectos más mencionados fueron la organización estructurada del contenido, la divulgación responsable, la integración entre tradición y ciencia, así como la interfaz intuitiva y la mejora de la usabilidad. Esto indica que existe un consenso entre los especialistas en que el catálogo digital cuenta con una base sólida tanto en su estructura como en su enfoque ético y funcional. Por otro lado, los temas con menor frecuencia corresponden a sugerencias puntuales de mejora, principalmente relacionadas con ajustes visuales o técnicos. En conjunto, estos hallazgos evidencian que el recurso es valorado positivamente y que las recomendaciones se orientan a su perfeccionamiento más que a cambios estructurales.

Tabla 4.1

Categorías emergentes identificadas en el análisis del grupo de expertos

Categoría emergente	Frecuencia (n)	Nivel de recurrencia	Interpretación cualitativa
Organización estructurada	5	Alta	Consenso fuerte sobre la claridad y estructura del catálogo.
Divulgación responsable	4	Alta	Reconocimiento del enfoque ético en la presentación de información.
Integración tradición-ciencia	4	Alta	Validación del equilibrio epistemológico del recurso.
Interfaz intuitiva	4	Alta	Consenso sobre facilidad de navegación.
Mejora de la usabilidad	4	Alta	Enfoque en optimización funcional del catálogo.
Credibilidad de la información	3	Media	Necesidad de reforzar respaldo científico visible.

Diseño atractivo	visual	3	Media	Valoración positiva del diseño con sugerencias menores.
Cambio de imagen principal		2	Baja	Ajuste visual específico sugerido por algunos expertos.
Importancia de la validación		2	Baja	Relevancia del sustento científico explícito.
Énfasis en ética		2	Baja	Atención a la responsabilidad en el uso del término “medicinal”.
Accesibilidad de la información		1	Muy baja	Mención puntual sobre facilidad de acceso.
Cambio de título		1	Muy baja	Recomendación específica relacionada con precisión conceptual.
Claridad en la comunicación		1	Muy baja	Ajuste puntual en lenguaje para público general.
Diseño agradable	visual	1	Muy baja	Valoración estética individual.
Experiencia enriquecedora		1	Muy baja	Percepción positiva individual del recurso.
Innovación en el ecosistema		1	Muy baja	Reconocimiento puntual del carácter innovador.

Nota: n = frecuencia de aparición del código en el proceso de análisis cualitativo realizado con el software Atlas.ti. Las categorías emergentes se identificaron mediante codificación abierta del diario de observación correspondiente al grupo de expertos ($n = 7$ investigadores).

4.1.2 Resultados Muestreo por conveniencia. (Estudiantes)

Evaluación del prototipo inicial con Estudiantes.

Una vez fortalecida la base académica del catálogo, se dio paso al segundo momento correspondiente a la prueba de experiencia de usuario con estudiantes, cuyo objetivo fue analizar la usabilidad, claridad, interactividad y nivel de satisfacción en un contexto real

de aprendizaje. Esta fase no tuvo como finalidad validar el contenido científico ya revisado por expertos sino valorar la funcionalidad pedagógica y tecnológica del recurso. Con el fin de complementar la validación experta, se aplicó un cuestionario de experiencia de usuario a estudiantes participantes.

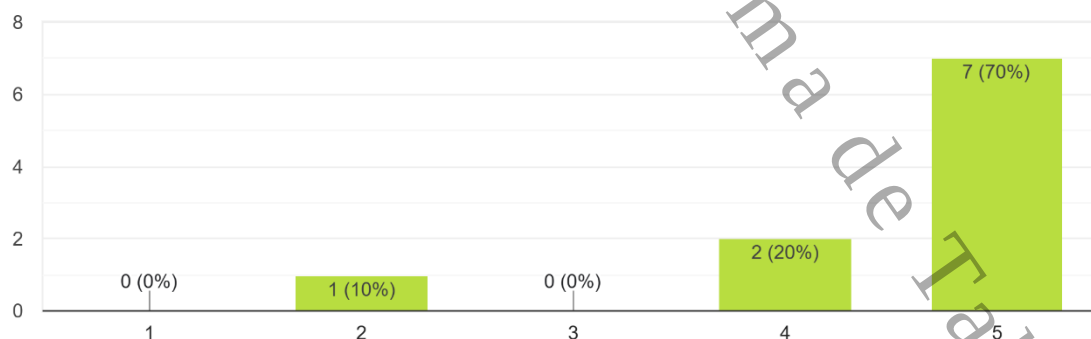
El cuestionario de experiencia de usuario fue diseñado tomando como referencia conceptual la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) propuesta por John Brooke (1986), particularmente en el uso de una escala Likert de cinco puntos orientada a evaluar facilidad de uso, claridad y experiencia general del sistema. Este instrumento fue adaptado en base al contexto específico del catálogo digital de plantas medicinales, incorporando rubros desde la parte pedagógica y de interactividad propias del recurso. La escala utilizada se llevó a cabo con fines descriptivos y no se realizó el cálculo del índice global de usabilidad el cual se propone en el modelo original, debido a que la investigación se realizada se enmarca con un enfoque cualitativo con apoyo descriptivo.

Figura 4.11

Gráfico del reactivo 1

1.- El catálogo fue fácil de usar desde el primer momento.

10 respuestas



De los datos obtenidos del primer reactivo sobre la facilidad de uso del recurso se obtiene que un 70% dijo estar totalmente de acuerdo, mientras que un 20% dijo estar de acuerdo,

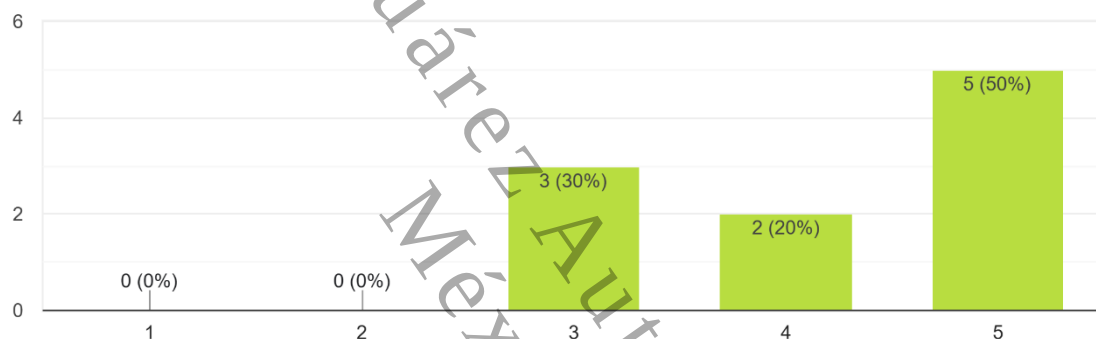
de esta manera queda como evidencia que la percepción obtenida de los participantes respecto a la facilidad de uso del recurso desde el inicio es altamente positiva, estos resultados nos confirman que el diseño permitió una interacción rápida e inmediata sin la necesidad de dar instrucciones detalladas de como interactuar con el recurso.

Figura 4.12

Gráfico del reactivo 2

2.- La organización del contenido me permitió encontrar la información sin dificultad.

10 respuestas



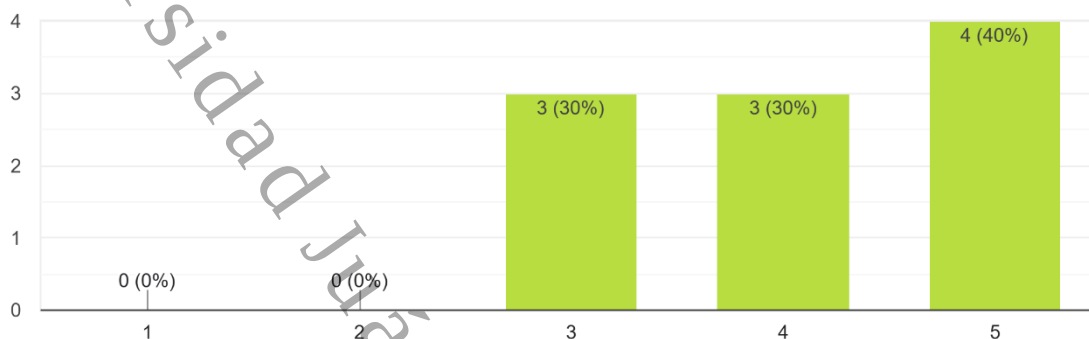
De los datos obtenidos del reactivo 2, se obtiene que 50 % de los participantes dijo estar totalmente de acuerdo, mientras que un 20% dijo estar de acuerdo, estos primeros porcentajes se ubican en los niveles más altos en la escala, sin embargo un 30% se mantuvieron en un nivel neutral, a pesar de estos resultados no se encontraron respuestas negativas, Esto da como evidencia que la organización del contenido se percibe como adecuada a la hora de buscar la información, a un que también se considera para mejoras en la optimización en la estructura del contenido...

Figura 4.13

Gráfico del reactivo 3.

3.- La navegación entre las secciones del catálogo fue clara e intuitiva.

10 respuestas



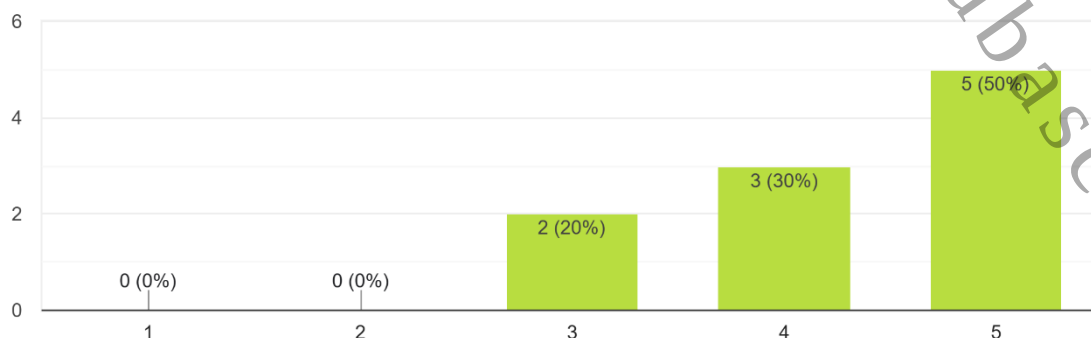
De los datos obtenidos del reactivo 3 se evidencia que la mayoría se encuentra en los niveles más altos de la escala como lo son el 3, 4 y 5, donde un 30% dijo estar totalmente de acuerdo y un 30% dijo estar de acuerdo, lo que confirma que la navegación es comprendida como clara e intuitiva por la mayoría de los estudiantes. sin embargo, un 30% se mantuvieron en un nivel neutral, a pesar de estos resultados no se encontraron respuestas negativas, Este hallazgo es coherente con la validación previa realizada por los expertos, quienes también destacaron la usabilidad del recurso.

Figura 4.14

Gráfico del reactivo 4.

4.- Los textos del catálogo fueron comprensibles y adecuados para el público en general.

10 respuestas



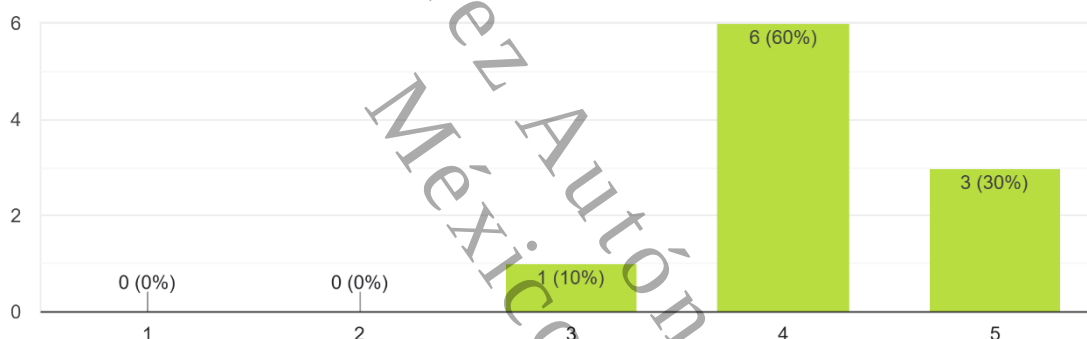
Dentro de los datos obtenidos del reactivo 4 dan como resultado que un 50% de las respuestas se ubicaron en el nivel totalmente de acuerdo, mientras que un 30% dijo estar de acuerdo, un porcentaje del 20% se mantiene en un nivel neutral, a pesar de estos resultados no se encontraron respuestas negativas, dejando que los textos dentro del catálogo fueron percibidos de una manera comprensible y apropiada para el público en general. Este resultado muestra que la información presentada con rigor científico puede comunicarse en un lenguaje claro y adecuado.

Figura 4.15

Gráfico del reactivo 5.

5.- Las imágenes y recursos visuales facilitaron la comprensión del contenido.

10 respuestas



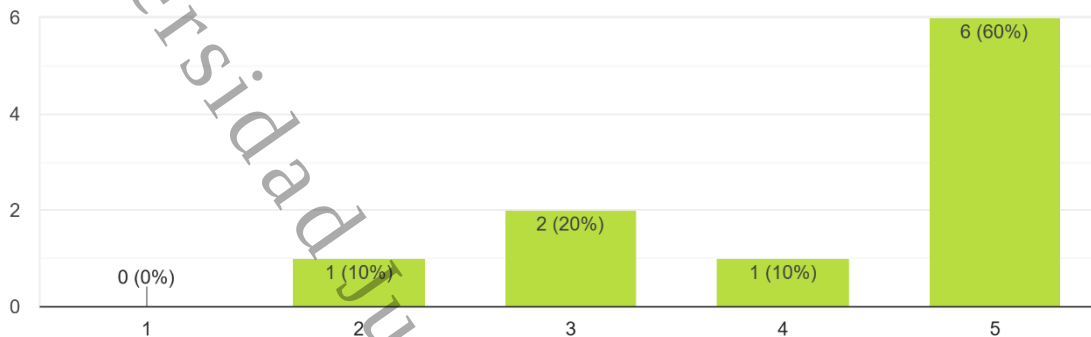
Los resultados del reactivo 5 evidencian una tendencia sobre las respuestas en el nivel 4 (60%), indicando que los recursos visuales del catálogo facilitaron la comprensión del contenido presentado, y son de apoyo significativo en la comprensión de estos. Estos resultados dejan como muestra que los recursos visuales como las imágenes tienen gran impacto en la apropiación del conocimiento del tema en cuestión.

Figura 4.16

Gráfico del reactivo 6.

6.- La combinación de texto, imágenes y modelos 3D hizo más clara la información presentada.

10 respuestas



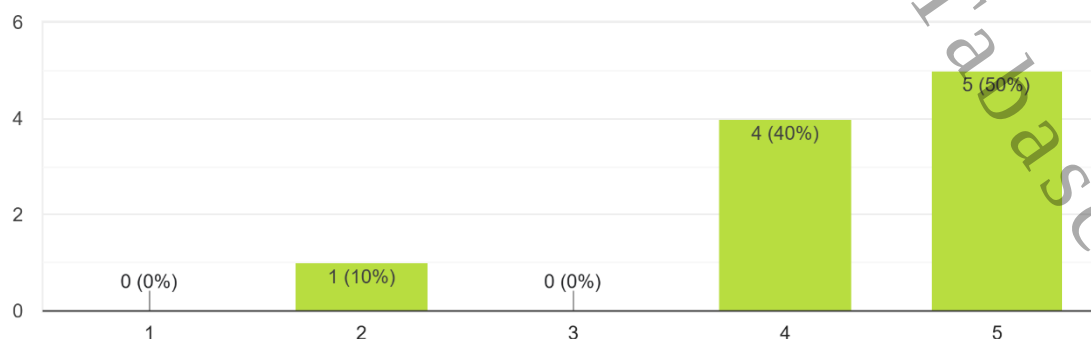
De los datos obtenidos del reactivo 6, se obtuvieron que un 60% de las respuestas se ubicaron en el nivel totalmente de acuerdo, mientras que un 10% dijo estar de acuerdo, un porcentaje del 20% se mantiene en un nivel neutral y un 10% en desacuerdo, Este resultado destaca la relevancia pedagógica de incorporar modelos 3D como recurso didáctico, sin embargo, se toma en cuenta la importancia de hacer un equilibrio entre todos los recursos involucrados.

Figura 4.17

Gráfico del reactivo 7

7.- Los modelos 3D me ayudaron a interactuar de forma activa con el contenido del catálogo.

10 respuestas

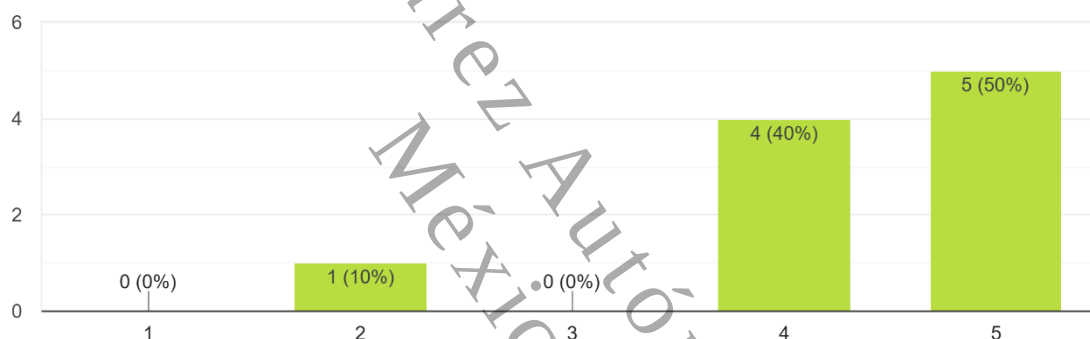


Los datos obtenidos del reactivo 7, son fundamentales a la hora de conocer sobre la percepción de aprendizaje mediante los modelos 3d, los resultados de las respuestas obtenidas se centraron en los niveles más altos como lo es el nivel 4 y 5, indicando la relevancia que tienen los modelos tridimensionales a la hora de favorecer una interacción activa en los participantes. Esto deja de manifiesto el valor que se le atribuye al catálogo como un recurso innovador desde la perspectiva estudiantil.

Figura 4.18

Gráfico del reactivo 8

8.- El diseño y la presentación del contenido hicieron que el uso del catálogo fuera intuitivo.
10 respuestas



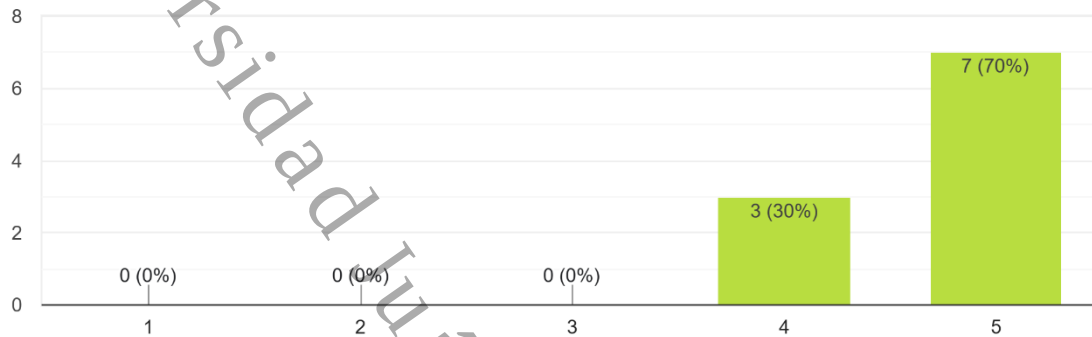
De los datos obtenidos del reactivo 8, las respuestas se concentraron en los niveles superiores de la escala con un 50% con un totalmente de acuerdo y un 40% que menciona estar de acuerdo, dejando en claro y como evidencia que el diseño general facilita la interacción y comprensión del recurso. Del mismo modo se confirma la coherencia entre una estructura visual intuitiva y el resultado de una experiencia de usuario positiva.

Figura 4.19

Gráfico del reactivo 9

9.- El contenido del catálogo mantuvo mi interés durante toda la interacción.

10 respuestas



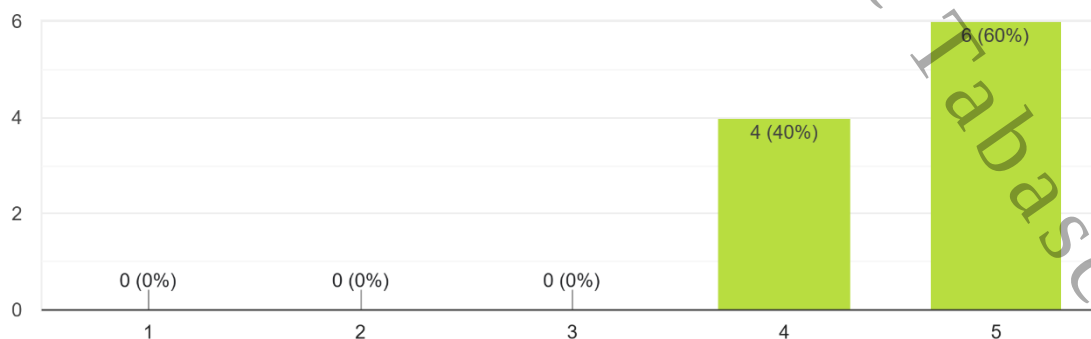
De los datos obtenidos del reactivo 9, se puede observar que abarca uno de los niveles más altos en la muestra ya que el 70% de los participantes se ubicaron en la categoría totalmente de acuerdo, esto indica sin más detalles que el recurso logra captar y sostener la atención del usuario dado como resultado un alto nivel de motivación y permanencia durante la exploración del catálogo.

Figura 4.20

Gráfico del reactivo 10

10.- En general, considero que el catálogo digital fue fácil y agradable de usar.

10 respuestas



De la misma manera que en el caso del reactivo 9, los resultados obtenidos del reactivo 10, reflejaron que el 60% y el 40 %, es decir un 100% de las respuestas se ubicaron en los niveles 4 y 5 los cuales corresponden a los niveles más altos en la escala positiva, demostrando que existe una valoración global altamente positiva del catálogo digital. Este resultado engloba la percepción general de satisfacción respecto al recurso, el cual lo evidencia como totalmente positivo y aceptable.

De esta manera los resultados obtenidos dejan como evidencian una tendencia considerablemente favorable en la experiencia de usuario del catálogo digital. La mayoría de las respuestas en general de este instrumento se concentraron dentro de los niveles superiores de la escala indica, mencionando percepción positiva en términos de usabilidad, claridad en la información presentada, interactividad mediante todos los recursos englobados y una motivación altamente positiva. Todos estos hallazgos complementan la validación previa realizada por expertos y fortalecen la pertinencia pedagógica y tecnológica del recurso antes de su implementación final con la población general.

4.1.3 Resultados Muestreo de voluntarios. (Público general)

Evaluación del prototipo final con población general

Para evaluar la experiencia de utilización del prototipo final del Catálogo Digital de Plantas Medicinales, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada con 30 participantes de la población general.

El instrumento estuvo conformado por 10 preguntas abiertas orientadas a explorar la percepción, usabilidad, claridad conceptual, interacción con objetos 3D y apropiación del conocimiento generado a partir del recurso digital.

El análisis se desarrolló bajo un enfoque cualitativo interpretativo, aplicando un proceso de codificación abierta, axial y selectiva mediante el software Atlas.ti, con el fin de identificar patrones emergentes relacionados con la experiencia de usuario.

Resultados pregunta 1.

Con el propósito de identificar la percepción general del prototipo final, se analizó la primera pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a 30 participantes de la población general. Esta pregunta permitió explorar la experiencia inicial de interacción con el catálogo digital desde una perspectiva vivencial y no estructurada.

El análisis se desarrolló bajo un enfoque inductivo, siguiendo los principios de la Teoría Fundamentada propuesta por Strauss y Corbin (2002), mediante codificación abierta, axial y selectiva en el software Atlas.ti.

Codificación abierta

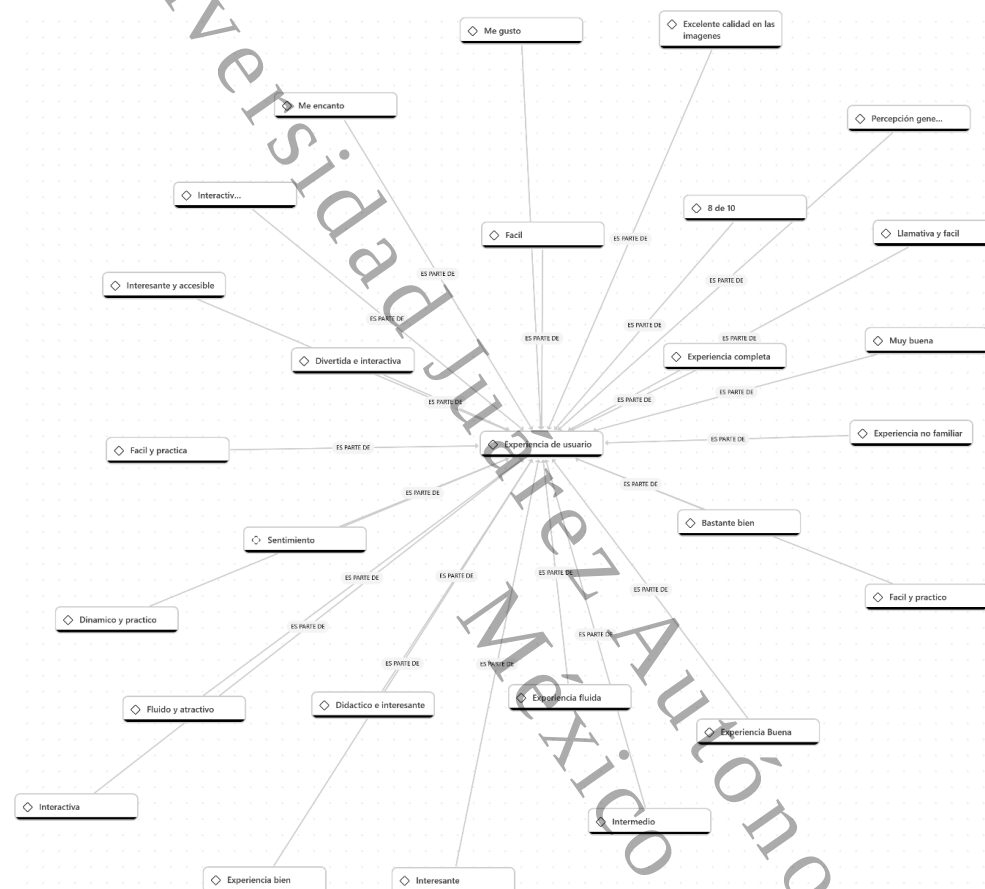
En esta fase se identificaron unidades de significado emergentes tales como:

- buena
- fácil
- interactiva
- interesante
- organizado
- práctico
- fluido
- didáctico
- experiencia completa
- excelente calidad en las imágenes

Estos códigos reflejan valoraciones mayormente positivas asociadas tanto a la funcionalidad como a la dimensión emocional de la experiencia.

Figura 4.21

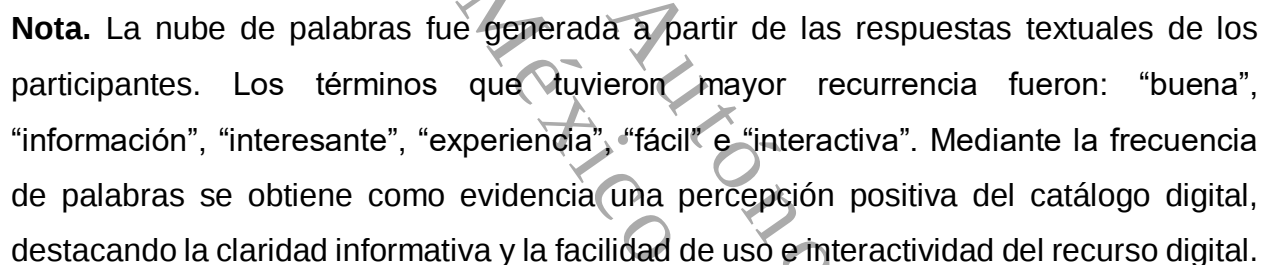
Red semántica de las respuestas de la Pregunta 1.



La red semántica generada en Atlas.ti muestra cómo los códigos emergentes se articulan alrededor de la categoría central **“Experiencia de usuario”**, evidenciando una tendencia predominantemente positiva en la percepción del recurso.

Se observa que términos como “fácil”, “interactiva”, “divertida”, “fluido”, “didáctico” y “buena” se conectan directamente con la categoría principal, lo que indica que los participantes no solo describen el recurso como funcional, sino también como dinámico y atractivo. Asimismo, aparecen códigos asociados a valoración emocional como “me gustó” y “me encantó”, lo cual sugiere una experiencia satisfactoria más allá del aspecto técnico. Esta estructura relacional permite identificar que la experiencia de usuario integra dimensiones funcionales, cognitivas y afectivas.

Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 1



Se manifiesta que los términos predominantes son los asociados hacia una valoración positiva lo cual confirma que el prototipo final logra generar una experiencia comprensible, organizada y atractiva para usuarios no especializados en el tema.

111

Todos estos resultados se alinean una experiencia de usuario positiva la cual integra funcionalidad, claridad y satisfacción emocional. Es por ello que la percepción positiva de los participantes da como evidencia que el prototipo no solo es técnicamente operativo, sino significativo desde el lado experiencial del usuario.

Resultados pregunta 2.

Con el propósito de identificar cual fue la percepción de usabilidad del prototipo final, se analizó la segunda pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a la población general. Los resultados permitieron explorar a detalle la facilidad de la navegación, así como la dificultad que pudiera presentarse en el momento de la interacción.

Codificación abierta

En la fase inicial se identificaron unidades de significado tales como:

- fácil
- muy fácil
- sencillo
- fácil y práctico
- fácil y accesible
- bastante fácil
- no es difícil
- digerible
- me costó moverme entre pestañas
- algunas pestañas pequeñas
- letras pequeñas

Estos códigos muestran predominancia de valoraciones positivas, aunque también emergen menciones puntuales relacionadas con ajustes técnicos menores.

Codificación axial

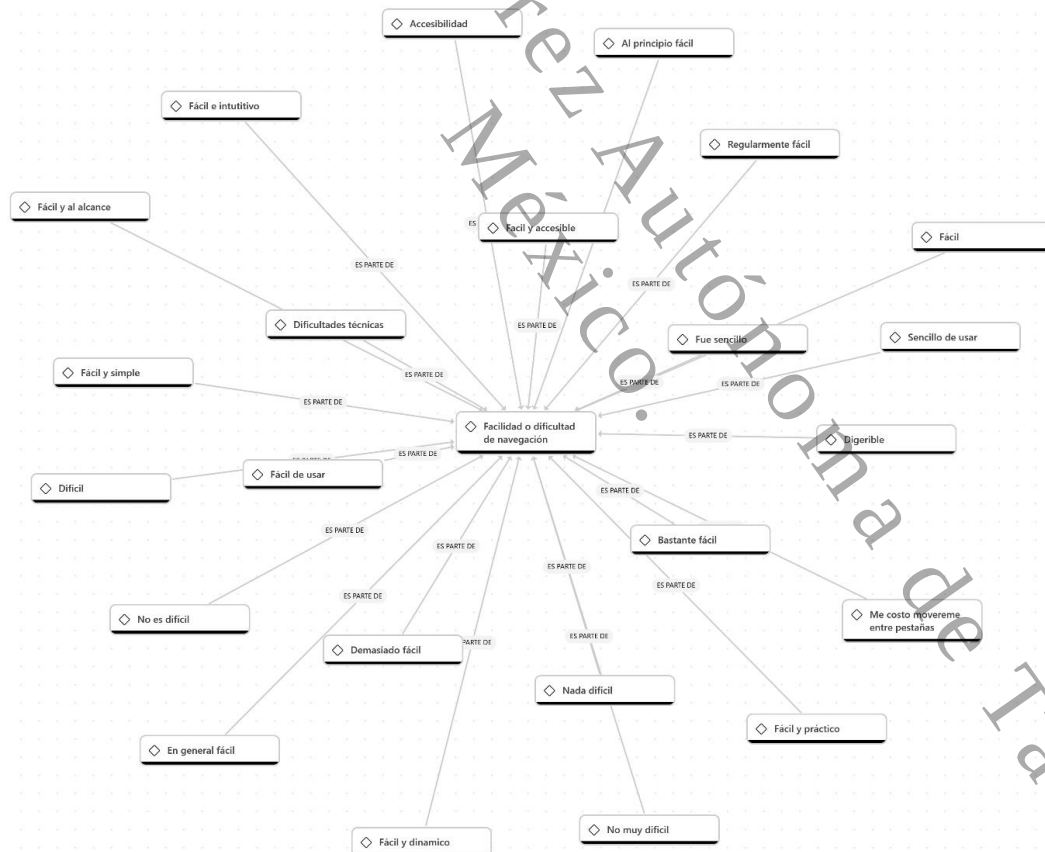
Posteriormente, los códigos fueron agrupados en dos dimensiones principales:

1. Facilidad de navegación
(fácil, sencillo, accesible, práctico, digerible, nada difícil)
2. Dificultades técnicas menores
(tamaño de letra, pestañas pequeñas, retroceso, ubicación de botones)

Esta agrupación permitió identificar que la percepción general es favorable, pero existen sugerencias de mejora relacionadas con aspectos visuales y de micro interacción.

Figura 4.23

Red semántica de las respuestas de la Pregunta 2



Sin embargo, se identifican conexiones secundarias relacionadas con “dificultades técnicas”, lo que indica que, aunque la experiencia es positiva en términos generales, existen elementos susceptibles de optimización.

Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 2



114

proporción sugiere que las dificultades mencionadas son puntuales y no representan una tendencia dominante.

Interpretación

Los resultados indican que la navegación del catálogo digital es percibida como mayoritariamente sencilla, intuitiva y accesible. La frecuencia de términos asociados a facilidad refuerza la validez de las decisiones de diseño implementadas durante las fases anteriores de validación.

Las dificultades señaladas por algunos participantes se relacionan principalmente con aspectos técnicos menores, como tamaño de letra o disposición de pestañas, lo cual no compromete la estructura general del recurso, pero sí aporta insumos para su mejora continua.

Estos hallazgos son coherentes con la validación realizada por la muestra de expertos y con los resultados obtenidos en el cuestionario aplicado a estudiantes, donde también se destacó la usabilidad como una fortaleza del recurso.

Resultados pregunta 3.

Con el propósito de analizar el impacto de los objetos tridimensionales en la comprensión del contenido, se examinó la tercera pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a la población general. Esta pregunta permitió explorar la percepción del valor pedagógico y cognitivo de los modelos 3D integrados en el catálogo digital.

Codificación abierta

En la fase inicial se identificaron unidades de significado tales como:

- visualizar mejor
- ver estructuras
- alta definición
- movimiento
- amplias perspectivas

- observar estructuras
- distinguir una de otra
- vista realista
- más detalles
- conocer la planta
- identificación
- estructura desde diferente ángulo

Estos códigos reflejan una relación directa entre el uso del modelo tridimensional y la mejora en la percepción visual y comprensión estructural de las plantas.

Codificación axial

Posteriormente, los códigos fueron agrupados en tres dimensiones principales:

1. Visualización estructural

- Ver estructuras
- Observar estructuras
- Visualizar forma y características
- Alta definición

2. Diferenciación e identificación

- Distinguir una de otra
- Identificación
- Distinguir rasgos

3. Perspectiva espacial y realismo

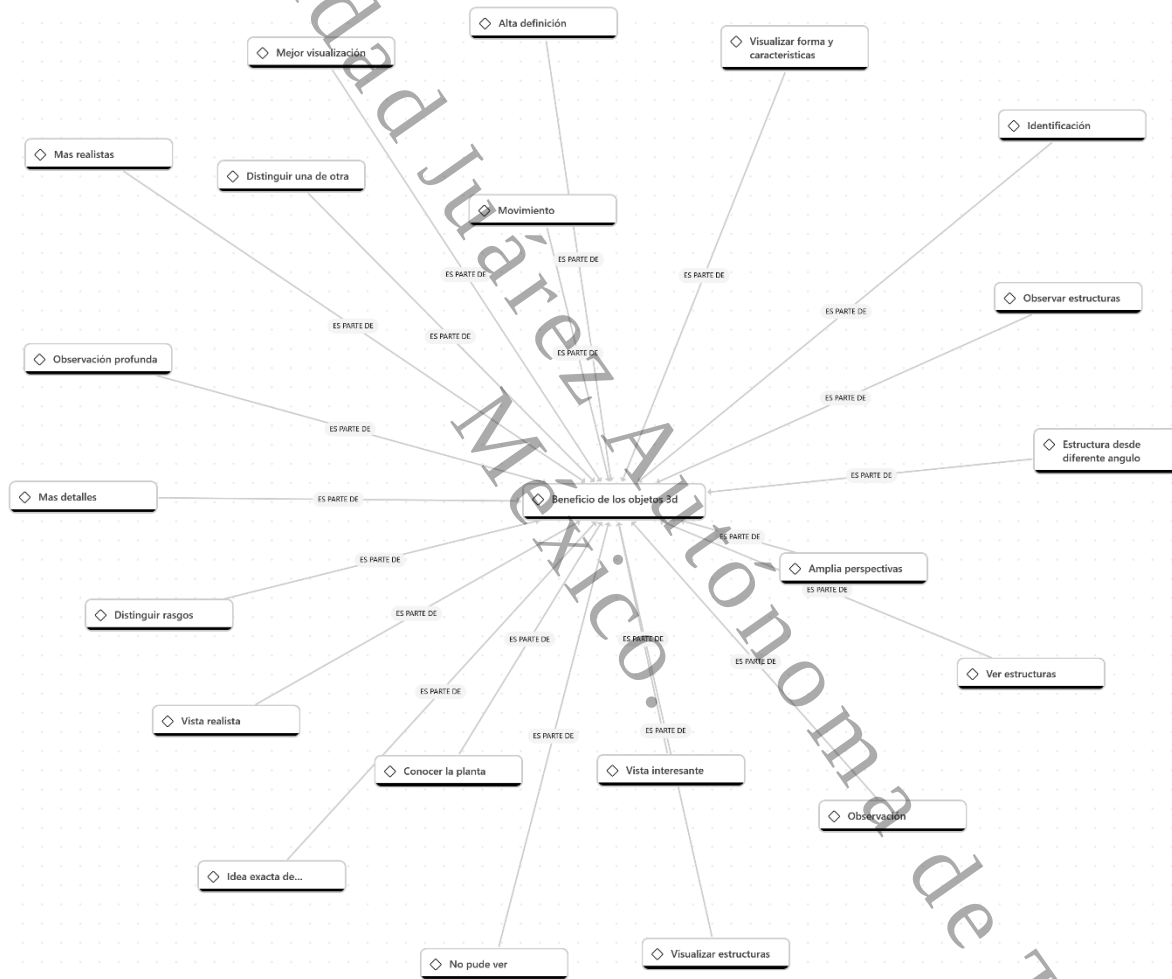
- Movimiento
- Diferentes ángulos

- Vista realista
- Amplias perspectivas

Esta agrupación permitió consolidar la categoría axial: Beneficio de los objetos 3D

Figura 4.25

Red semántica de las respuestas de la pregunta 3



La red semántica presentada muestra cómo los diferentes códigos emergentes se articulan alrededor de la categoría central “**Beneficio de los objetos 3D**”. Se observa que la mayoría de las conexiones están asociadas en la visualización estructural y diferenciación entre especies, lo que indica que los modelos tridimensionales cumplen

Figura 4.26[illegible]

118

Las palabras vinculadas a observación y diferenciación confirman que los objetos tridimensionales favorecen la construcción de representaciones mentales más claras.

Interpretación

De la interacción con los objetos 3D se obtiene como resultado la evidencia que estos funcionan como un recurso visualmente atractivo, del mismo modo se perciben como una herramienta que aporta desde la perspectiva pedagógica ya que fortalece la comprensión espacial y estructural de las plantas medicinales. Estos objetos 3d otorgan la posibilidad de rotar y observar desde distintos ángulos los detalles morfológicos de las plantas y eso permite que los participantes puedan diferenciar entre las diferentes especies y comprender mejor sobre las características física de estas.

También se da evidencia que la tridimensionalidad favorece en los procesos cognitivos relacionados con la percepción espacial y la construcción de conocimiento visual, así como mejora la retención y comprensión conceptual.

Resultados pregunta 4

Con el propósito de lograr identificar las posibles áreas de mejora del prototipo final del catálogo digital, se realiza el análisis de la cuarta pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a la población general. Esta pregunta permitió explorar sobre las percepciones relacionadas con las dificultades técnicas, así como la claridad informativa y los aspectos de navegación.

Codificación abierta

Primera fase de identificación de dos grandes tendencias:

A) Ausencia de dificultad (respuestas mayoritarias)

Expresiones como:

- No

- Nada
- No hubo nada
- Ninguno
- Sinceramente no
- Para nada
- No hay nada
- Todo fue claro

Estas respuestas evidencian que la mayoría de los participantes no experimentó confusión significativa durante la interacción.

Codificación axial

Los códigos fueron agrupados en dos categorías centrales:

Categoría 1: Ausencia de confusión o dificultad

(Percepción positiva general)

Categoría 2: Dificultades técnicas e informativas puntuales

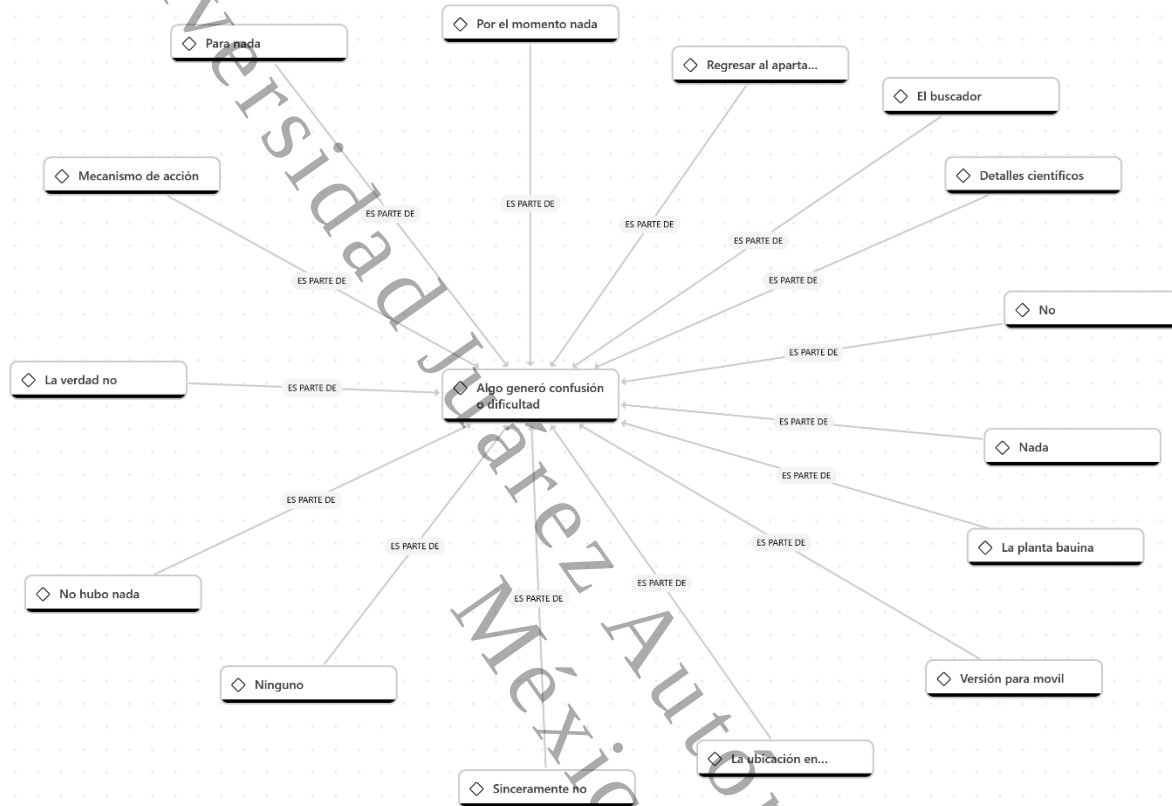
Subcategorías:

- Usabilidad móvil
- Navegación
- Funcionalidad del buscador
- Precisión de ubicación geográfica
- Profundidad del contenido científico

Esto permitió consolidar la categoría axial: Algo generó confusión o dificultad, diferenciando entre experiencia mayoritariamente fluida y ajustes específicos.

Figura 4.27

Red semántica de las respuestas de la Pregunta 4



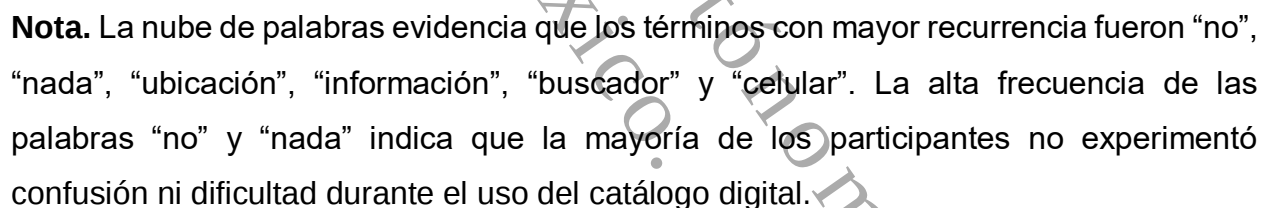
La red semántica muestra que el núcleo conceptual se divide en dos polos:

- Un grupo mayoritario asociado a ausencia de dificultad.
- Un grupo menor que concentra observaciones técnicas específicas.

Esto sugiere que el prototipo final presenta un nivel alto de **claridad y usabilidad**, pero requiere ajustes en:

- Optimización para dispositivos móviles
- Mejor funcionamiento del buscador
- Mayor precisión en mapas y ubicación
- Ampliación o conclusión en algunos apartados científicos

Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 4



122

Interpretación.

Los resultados indican que el catálogo digital presenta un nivel alto de claridad y funcionalidad, ya que la mayoría de los participantes no reportó confusión ni dificultad en su uso. Las observaciones identificadas corresponden principalmente a aspectos técnicos específicos, particularmente en la versión móvil y en la precisión del mapa de ubicación.

Estos hallazgos sugieren que el recurso cumple adecuadamente con su propósito comunicativo y pedagógico, y que las áreas señaladas representan oportunidades de mejora para optimizar la experiencia del usuario sin comprometer la estructura conceptual del catálogo.

Resultados pregunta 5

¿Explica con tus palabras lo que aprendiste sobre las plantas?

Con el propósito de identificar los aprendizajes construidos a partir de la interacción con el catálogo digital, se analizó la quinta pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a la población general. Esta pregunta permitió reconocer los logros cognitivos alcanzados por los participantes en relación con el contenido del recurso.

Codificación abierta

En una primera fase emergieron unidades de significado relacionadas con:

- Usos medicinales
- Propiedades y beneficios
- Nombres de las plantas
- Ubicación geográfica
- Formas de preparación
- Función de las plantas
- Mecanismo de acción
- Diferenciación entre conocimiento tradicional y científico

- Identificación de plantas similares
- Reconocimiento de plantas que no conocían

Se observa que los aprendizajes no se limitaron a información descriptiva, sino que abarcaron comprensión funcional, contextual y científica.

Codificación axial

Los códigos fueron agrupados en las siguientes categorías:

1. Conocimiento conceptual

- Tipos de plantas
- Características
- Nombres

2. Uso y aplicación

- Uso medicinal
- Propiedades
- Beneficios
- Formas de preparación

3. Contextualización científica y geográfica

- Ubicación
- Información científica
- Respaldo farmacológico
- Mecanismo de acción

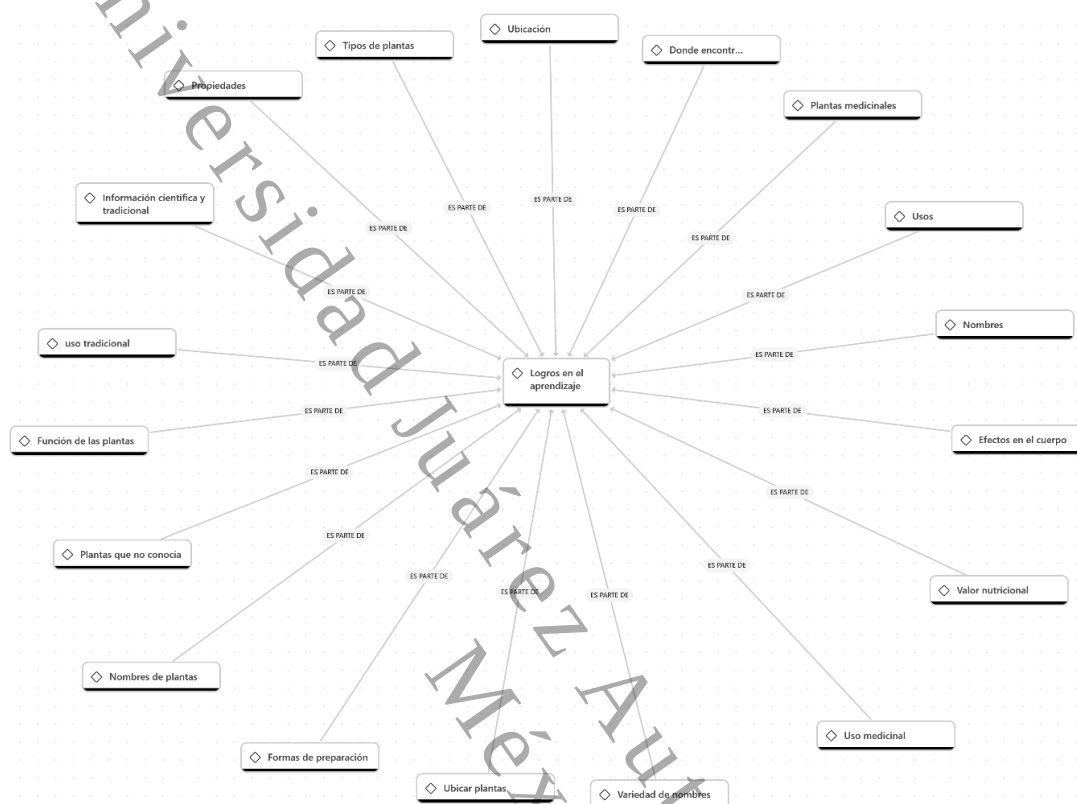
4. Reconocimiento y resignificación del saber tradicional

- Uso tradicional
- Conocimiento ancestral
- Desmitificación de creencias

Estas agrupaciones permitieron consolidar la categoría axial: Logros en el aprendizaje.

Figura 4.29

Red semántica de las respuestas de la Pregunta 5

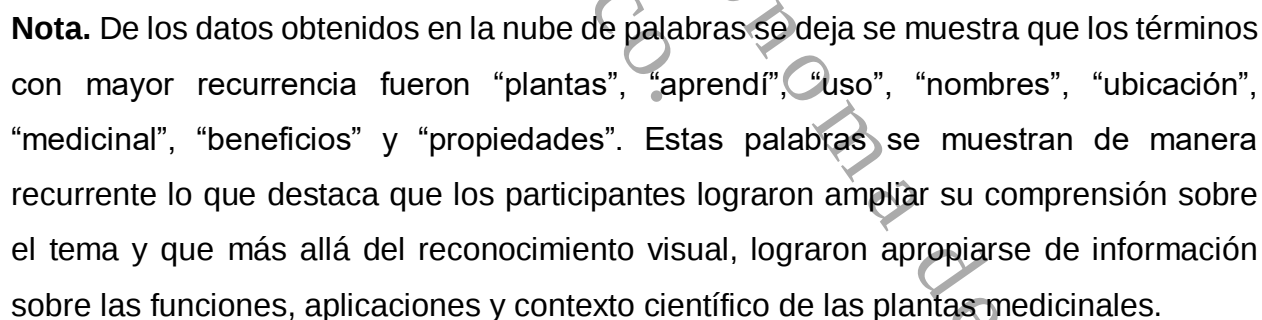


La red semántica evidencia que los códigos emergentes convergen en la categoría central **“Logros en el aprendizaje”**, mostrando una estructura articulada del conocimiento construido. Se observa que los nodos más conectados corresponden a “usos”, “propiedades”, “nombres”, “ubicación”, “información científica y tradicional” y “formas de preparación”.

La multiplicidad de conexiones indica que el aprendizaje generado no fue aislado, sino integral, abarcando dimensiones descriptivas, funcionales y epistemológicas del conocimiento sobre plantas medicinales.

Asimismo, la red refleja una integración entre saber tradicional y validación científica, lo que confirma que el catálogo digital favorece una comprensión contextualizada y fundamentada.

Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 5



126

Interpretación

Se concluye que el recurso digital permitió obtener aprendizajes significativos en los participantes, especialmente en relación con la identificación de las especies, también beneficio en el reconocimiento de nombres científicos y comunes, así como la comprensión de propiedades medicinales y la articulación entre conocimiento tradicional y científico. Cabe mencionar que algunos participantes señalaron haber fortalecido creencias previas, lo que sugiere un proceso reflexivo que trasciende la simple adquisición de información. En este sentido, el recurso no solo cumple una función informativa, sino formativa, al promover una comprensión integral y contextualizada de las plantas medicinales del estado de Tabasco.

Resultados pregunta 6

¿Consideras que el contenido multimedia (texto, imágenes, fichas) te ayudó a comprender mejor la información? ¿Cómo?

Con el propósito de analizar el impacto del contenido multimedia en la comprensión del catálogo digital, se examinó la sexta pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a la población general. Esta pregunta permitió explorar la percepción de los participantes respecto a la integración de texto, imágenes y fichas como apoyo en el proceso de aprendizaje.

Codificación abierta

En una primera fase se identificaron unidades de significado relacionadas con:

- Reconocimiento visual de la planta
- Visualización desde diferentes perspectivas
- Comprensión más clara y precisa
- Resumen organizado de información
- Facilidad de lectura
- Apoyo visual

- Interactividad
- Memorización
- Procesamiento de información
- Método didáctico
- Organización sistemática
- Morfología de las plantas
- Complemento entre texto e imagen
- Aprendizaje más rápido

Se observa que la mayoría de las respuestas fueron afirmativas, destacando el papel del componente visual y estructural en la mejora de la comprensión.

Codificación axial

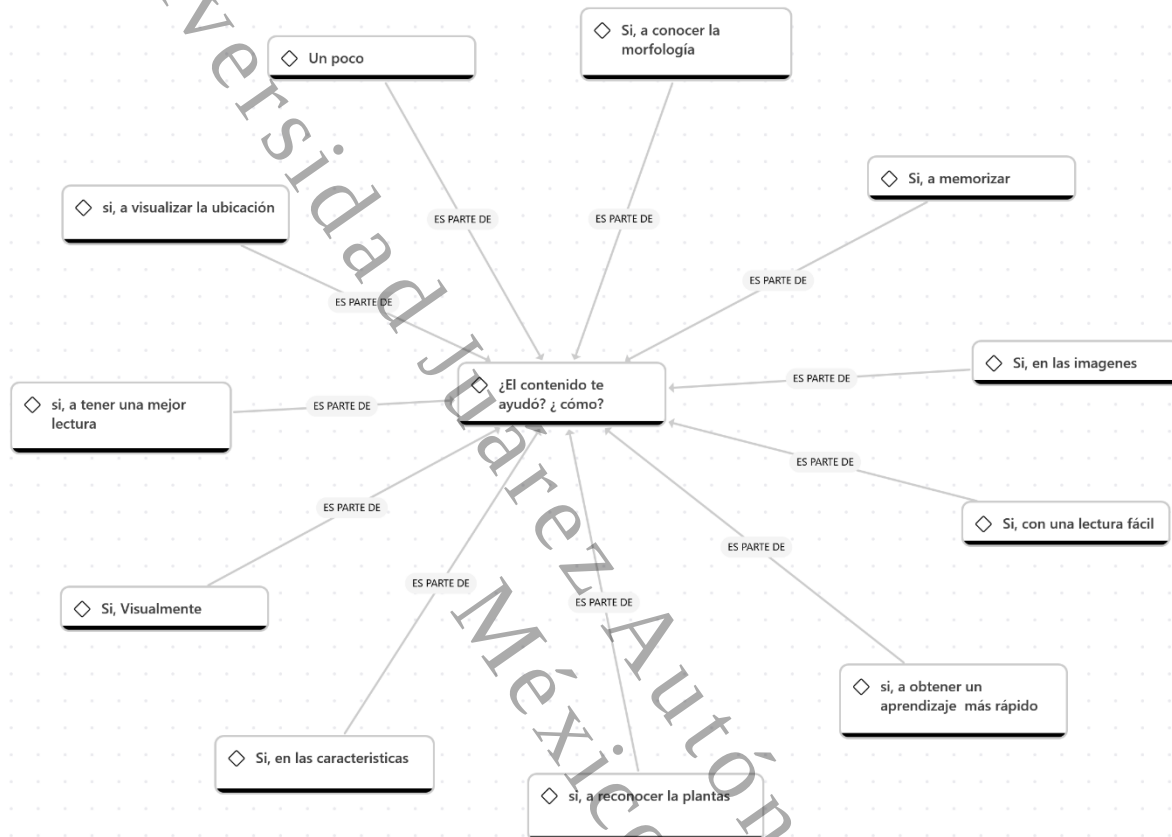
Los códigos fueron agrupados en las siguientes categorías:

- Apoyo visual y reconocimiento
- Incluye visualización, identificación, morfología, imágenes llamativas y perspectivas 3D.
- Claridad y organización de la información
- Relacionada con resumen, sistematización, lectura fácil, orden y estructura clara.
- Facilitación del aprendizaje
- Incluye memorización, procesamiento de información, método didáctico e interacción.
- Complementariedad multimodal
- Articulación entre texto, imagen y fichas como estrategia de comprensión integral.

Esta organización permitió consolidar la categoría central: Impacto del contenido multimedia en la comprensión.

Figura 4.31

Red semántica de las respuestas de la Pregunta 6



La red semántica muestra que los códigos emergentes convergen en la categoría central **“¿El contenido te ayudó? ¿cómo?”**, evidenciando que la mayoría de las conexiones están asociadas a **reconocimiento visual**, claridad informativa y organización sistemática del contenido.

Se observa que los nodos más conectados corresponden a “visualización”, “lectura fácil”, “reconocer plantas”, “morfología”, “organizado” y “aprendizaje más rápido”. Esta estructura relacional indica que la integración multimedia no solo apoya la identificación visual, sino que también fortalece la comprensión conceptual y la retención de información.

Figura 4.32

Las palabras más recurrentes fueron vinculadas a la visualización y claridad, declarando que la integración de texto, imágenes y fichas favoreció la comprensión estructurada del contenido de una manera significativa y experiencial.

Interpretación

Dentro de los resultados obtenidos podemos mencionar que el contenido multimedia cumplió con los objetivos establecidos, enfocados en la comprensión y apropiación del conocimiento, los participantes mencionaron que las imágenes y los modelos visuales fueron fundamentales en el proceso de identificación de las plantas, los textos y las fichas también generaron satisfacción en lo que respecta a la organización y síntesis de la información.

La combinación de todos estos recursos favoreció en los procesos cognitivos asociados a la memorización, reconocimiento visual y procesamiento estructurado de datos, indicando que el diseño del recurso cumple con los objetivos de aprendizaje visual e instrucción multimedia.

En este sentido, el catálogo digital no solo presenta información, sino que la estructura pedagógicamente para facilitar su comprensión y apropiación.

Resultados pregunta 7

¿Sientes que este conocimiento puede aplicarse en tu vida diaria o contexto?

Con el propósito de identificar la transferencia y aplicabilidad del conocimiento adquirido mediante el catálogo digital, se analizó la séptima pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a la población general. Esta pregunta permitió explorar si el aprendizaje generado trasciende el entorno digital y puede incorporarse en la vida cotidiana o contexto personal de los participantes.

Codificación abierta

En una primera fase emergieron unidades de significado relacionadas con:

- Uso en remedios naturales
- Aplicación en malestares físicos
- Uso como medicina natural

- Aplicación en investigaciones
- Conocimiento sobre propiedades medicinales
- Beneficios terapéuticos
- Presencia de plantas en el entorno familiar
- Aplicación en recetas o formas de preparación
- Reconocimiento de plantas en el contexto cotidiano

La mayoría de las respuestas fueron afirmativas, destacando la utilidad práctica del conocimiento adquirido.

Codificación axial

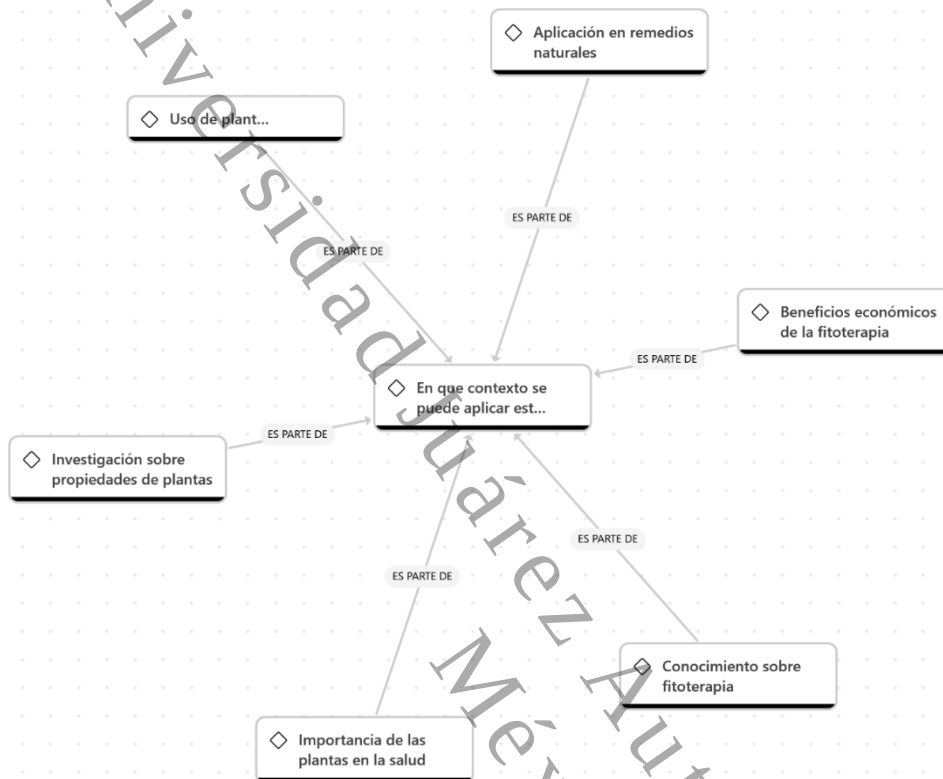
Los códigos fueron agrupados en las siguientes categorías:

- Aplicación en salud y remedios naturales: Incluye uso en malestares físicos, medicina natural, efectos terapéuticos y consumo adecuado.
- Contexto familiar y comunitario: Relacionada con presencia de plantas en el entorno, tradición familiar y remedios caseros.
- Beneficio económico: Asociado a la fitoterapia como alternativa más accesible frente a medicamentos comerciales.
- Aplicación académica o investigativa: Incluye interés en investigación y profundización científica.

Esta organización permitió consolidar la categoría central: Transferencia del conocimiento a la vida cotidiana.

Figura 4.33

Red semántica de las respuestas de la Pregunta 7

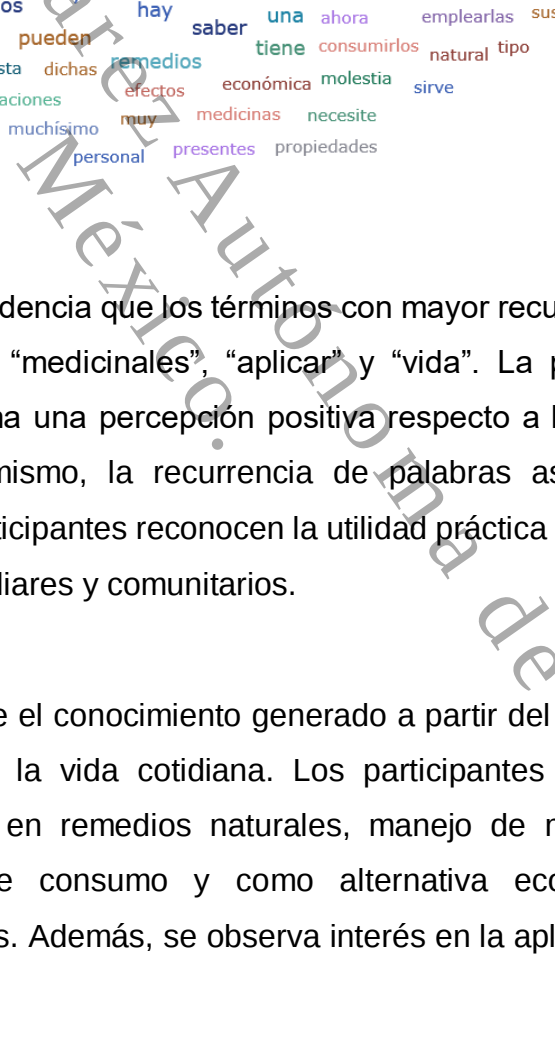


La red semántica muestra que los códigos convergen en la categoría central “**¿En qué contexto se puede aplicar este conocimiento?**”, evidenciando que la mayoría de las conexiones están asociadas a aplicación en remedios naturales, importancia de las plantas en la salud, conocimiento sobre fitoterapia e investigación sobre propiedades.

Se observa que los nodos más conectados corresponden a “uso de plantas”, “aplicación en remedios naturales”, “beneficios económicos”, “importancia en la salud” y “conocimiento sobre fitoterapia”. Esta estructura relacional indica que el aprendizaje no se percibe como teórico, sino práctico y contextualizado.

La multiplicidad de conexiones confirma que el catálogo digital favorece la transferencia del conocimiento hacia situaciones reales de la vida diaria.

Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 7



partir del catálogo digital es
participantes señalaron que la
mejor de malestares físicos,
activa económica frente a
en la aplicación académica

Los resultados evidencian que el conocimiento generado a partir del catálogo digital es percibido como aplicable en la vida cotidiana. Los participantes señalaron que la información puede utilizarse en remedios naturales, manejo de malestares físicos, decisiones informadas sobre consumo y como alternativa económica frente a medicamentos convencionales. Además, se observa interés en la aplicación académica

e investigativa del contenido, lo que amplía su alcance más allá del uso doméstico. En este sentido, el recurso no solo promueve aprendizaje conceptual, sino transferencia contextual del conocimiento, fortaleciendo la apropiación significativa del saber sobre plantas medicinales.

Resultados pregunta 8

¿Qué elemento del catálogo te pareció más útil o interesante? ¿Por qué?

Con el propósito de identificar qué componente del catálogo digital generó mayor impacto en la experiencia de los participantes, se analizó la octava pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a la población general. Esta pregunta permitió explorar qué elementos del recurso fueron percibidos como más útiles, relevantes o innovadores desde la experiencia del usuario.

Codificación abierta

En una primera fase emergieron unidades de significado relacionadas con:

- Imágenes
- Imágenes en 3D
- Modelo 3D
- Ubicación geográfica
- Preparación de plantas
- Uso medicinal
- Buscador por nombre
- Información científica
- Características de las plantas

Se observó una recurrencia significativa de términos asociados a la visualización tridimensional, particularmente “3D”, “imágenes” y “modelo”, así como menciones relacionadas con la ubicación de las plantas y su uso medicinal.

Codificación axial

Los códigos fueron agrupados en las siguientes categorías emergentes:

Visualización tridimensional: Incluye imágenes en 3D, modelo tridimensional, visualización desde distintos ángulos y diseño interactivo.

Identificación y localización: Relacionada con la ubicación geográfica, facilidad para encontrar plantas y reconocimiento de especies.

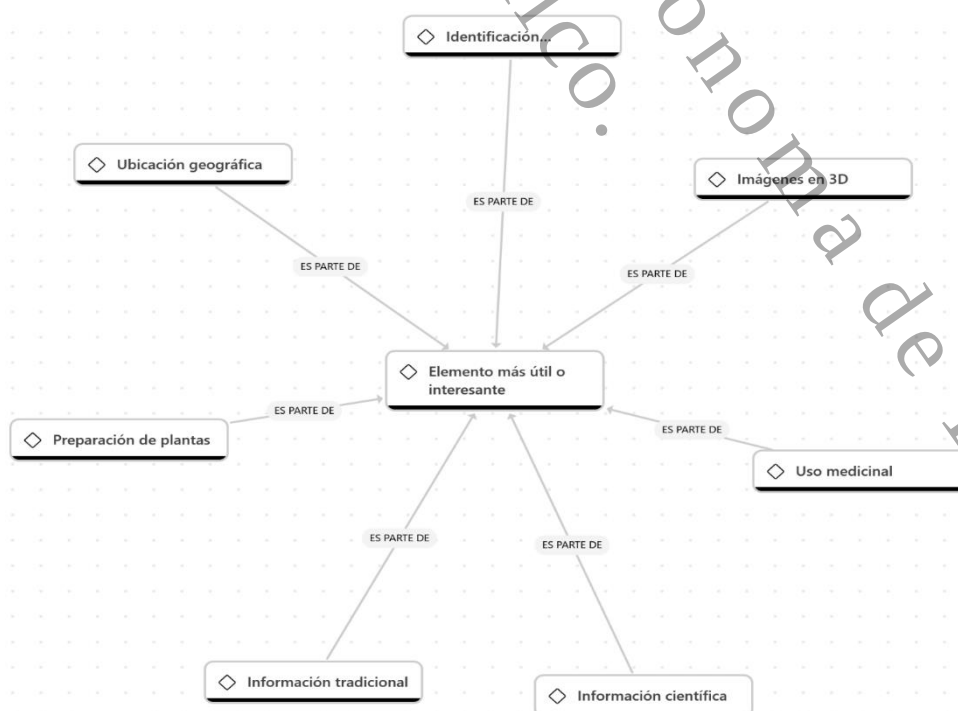
Información científica y tradicional: Incluye estudios, evidencia científica, características y propiedades medicinales.

Aplicación práctica: Incluye preparación de plantas, uso medicinal y utilidad del buscador.

Estas categorías convergen en la categoría central: Elemento más útil o interesante del catálogo digital.

Figura 4.35

Red semántica de las respuestas de la Pregunta 8



La red semántica muestra que los códigos se articulan principalmente alrededor de los **elementos percibidos como más útiles** tal como el nodo “Imágenes en 3D”, el cual presenta mayor densidad relacional. Esto indica que la visualización tridimensional fue el elemento más destacado por los participantes.

Asimismo, se observan conexiones relevantes hacia “Ubicación geográfica”, “Uso medicinal” e “Información científica”, lo que evidencia que el interés no se limitó al componente visual, sino también a la funcionalidad y respaldo académico del contenido.

La estructura relacional confirma que el catálogo integra dimensiones visuales, científicas y aplicativas que enriquecen la experiencia del usuario.

Figura 4.36

Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 8



Nota. La nube de palabras evidencia que los términos con mayor recurrencia fueron “planta”, “3D”, “imágenes”, “información”, “ubicación” y “medicinal”. Esta recurrencia

sugiere que los participantes asocian el valor del catálogo tanto con su innovación tecnológica como con la utilidad práctica del contenido.

La predominancia de palabras vinculadas a visualización e identificación confirma que la tridimensionalidad constituye el elemento diferenciador más significativo del recurso.

Interpretación

Los resultados evidencian que el elemento más valorado del catálogo digital fue la visualización en 3D, seguida de la ubicación geográfica y la información científica. Los participantes destacaron que estos componentes facilitan la identificación de las plantas, permiten observarlas desde distintos ángulos y fortalecen la comprensión de sus características y usos.

El análisis realizado manifiesta que la combinación entre innovación tecnológica, respaldo científico y utilidad práctica generan una experiencia significativa que incrementa el interés y la apropiación del conocimiento sobre el tema de plantas medicinales.

Resultados pregunta 9

¿Te gustaría seguir usando este tipo de recursos digitales para aprender sobre plantas medicinales? ¿Por qué?

Con el objetivo de identificar el grado de aceptación y proyección de uso del catálogo digital, se realizó el análisis de la novena pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a la población general. Esta pregunta permitió explorar la disposición de los participantes a continuar utilizando recursos digitales para el aprendizaje sobre plantas medicinales.

Codificación abierta

En la primera fase emergieron unidades relacionadas con:

- Recurso interactivo

- Herramienta útil
- Aprendizaje didáctico
- Fácil acceso
- Información concentrada y clara
- Uso académico
- Aplicación en otras materias
- Uso familiar y cotidiano
- Confianza en información verídica
- Facilidad para diferenciar plantas
- Utilidad para investigación

Se observó una recurrencia significativa de respuestas afirmativas acompañadas de argumentos relacionados con facilidad, utilidad, interés y aplicabilidad académica y familiar.

Codificación axial

Los códigos fueron agrupados en las siguientes categorías emergentes:

Aceptación y disposición positiva: Incluye interés por continuar usándolo, percepción de utilidad y experiencia satisfactoria.

Facilidad y accesibilidad: Relacionada con facilidad de uso, acceso gratuito, información concentrada y lectura sencilla.

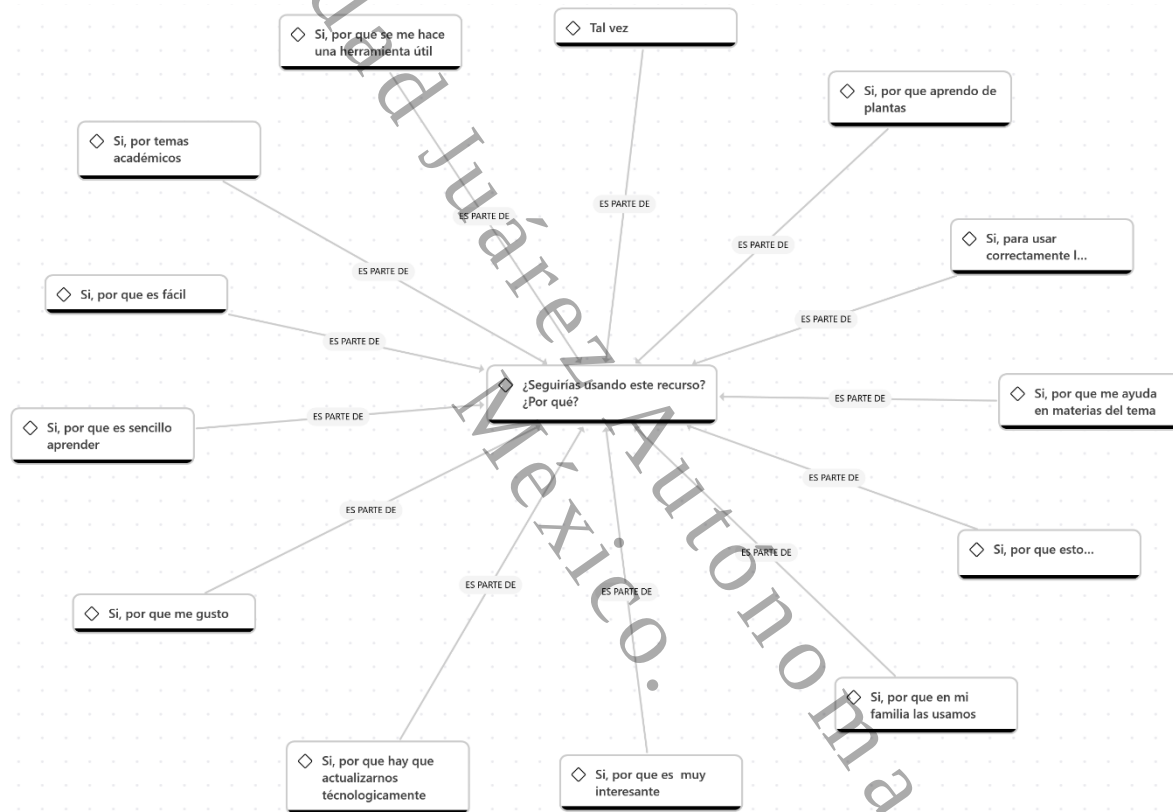
Aplicación académica: Incluye uso en investigaciones, apoyo en materias escolares y fortalecimiento del entendimiento académico.

Aplicación familiar y cotidiana: Incluye uso en remedios caseros, tradición familiar y aprendizaje significativo en el contexto local.

Estas categorías convergen en la categoría central: Disposición a continuar utilizando recursos digitales para el aprendizaje.

Figura 4.37

Red semántica de las respuestas de la Pregunta 9



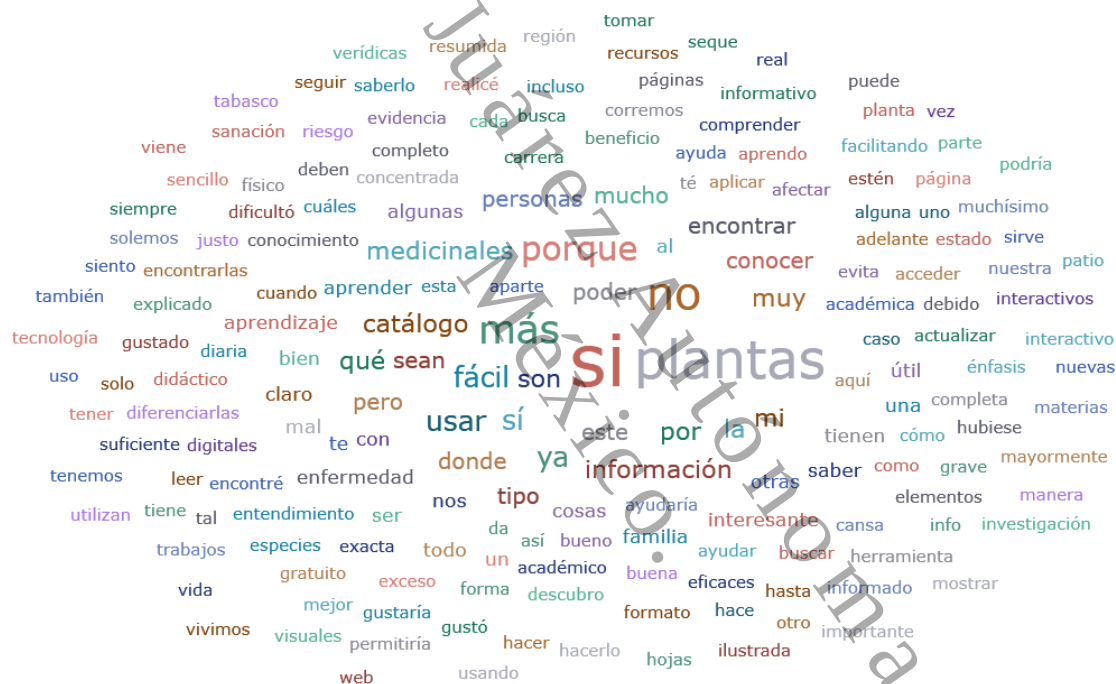
La red semántica muestra que la mayoría de los códigos se articulan alrededor del nodo central "**¿Seguirías usando este recurso? ¿Por qué?**". Se observa una fuerte concentración de relaciones en respuestas afirmativas vinculadas a utilidad, aprendizaje didáctico, facilidad de uso y aplicación académica.

La estructura relacional evidencia una valoración positiva sostenida hacia el recurso digital.

Nube de palabras

Figura 4.38

Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 9



Nota. La nube de palabras evidencia que los términos con mayor recurrencia fueron “sí”, “plantas”, “fácil”, “usar”, “información” y “aprender”. La predominancia del término afirmativo “sí” refleja una disposición positiva hacia el uso continuo de recursos digitales para el aprendizaje.

La presencia de palabras como “interesante”, “académico”, “familia”, “útil” y “didáctico” sugiere que el catálogo es percibido como una herramienta que integra múltiples

beneficios lo cual logra que traspase del ámbito escolar y se logra integrar en los diferentes contextos de aprendizaje informal.

Interpretación

Los resultados hablan de una clara disposición a continuar utilizando los recursos digitales enfocados en el aprendizaje sobre plantas medicinales. Los participantes destacaron puntos importantes tales como su carácter interactivo, facilidad de acceso, claridad informativa y utilidad académica y en contextos familiares.

El recurso se percibe no solo como una herramienta tecnológica innovadora, sino como un medio confiable gracias a los aportes de investigación científica y que permite tener acceso a información organizada y contextualizada, lo que da pauta para un aprendizaje autónomo y experiencial. En conclusión, se podría decir que el catálogo digital cumple con criterios de aceptación, pertinencia y sostenibilidad educativa dentro del público general.

Resultados pregunta 10

¿Qué fue lo que más te gustó del catálogo digital de plantas medicinales?

Con el propósito de identificar los elementos que generaron mayor satisfacción y valoración positiva en los participantes, se analizó la décima pregunta de la entrevista semiestructurada aplicada a la población general. Esta pregunta permitió explorar los aspectos más significativos del catálogo desde la experiencia subjetiva del usuario.

Codificación abierta

En una primera fase emergieron unidades de significado relacionadas con:

- Imágenes
- Imágenes en 3D

- Modelo 3D
- Ubicación geográfica
- Información científica
- Organización del catálogo
- Diseño de la página
- Presentación visual
- Sencillez
- Innovación digital
- Contenido amplio
- Formato de la página
- Diseño moderno

Se observó una alta recurrencia de términos vinculados al componente visual, particularmente “imágenes” y “3D”, así como menciones relacionadas con la organización, el diseño y la información científica.

Codificación axial

Posteriormente, los códigos fueron agrupados en categorías emergentes:

Contenido visual

Incluye imágenes, imágenes en 3D, representación de plantas y modelo tridimensional.

Información y respaldo científico

Incluye beneficios, comprobación científica, información resumida y contenido amplio.

Diseño y organización

Incluye diseño moderno, sencillez, presentación, formato y organización del catálogo.

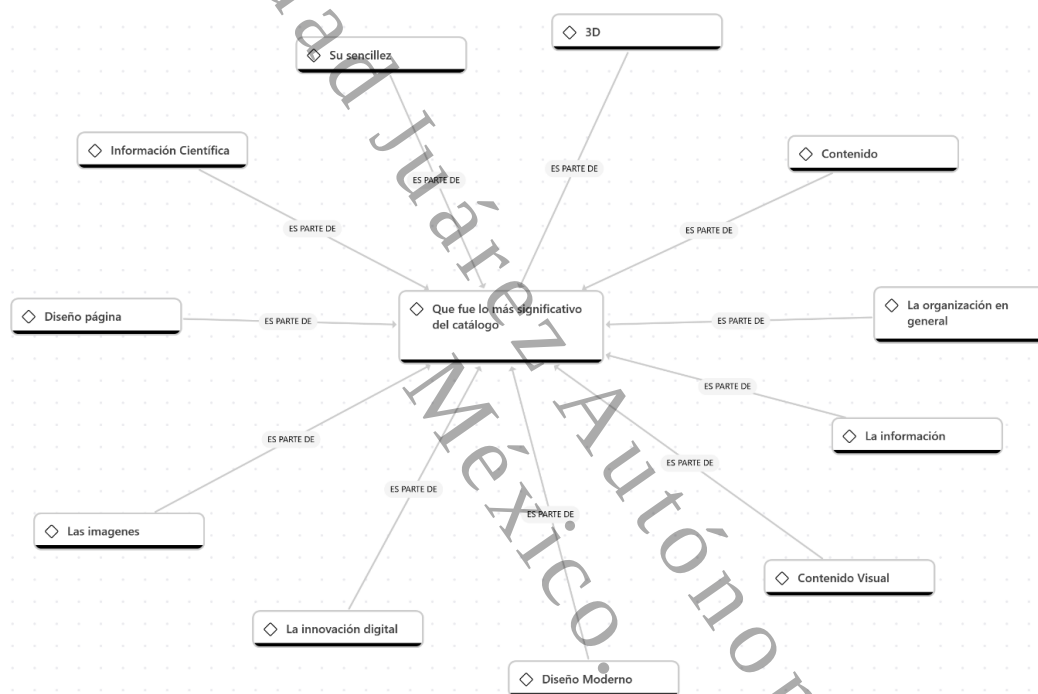
Innovación digital

Relacionada con la percepción del recurso como una propuesta tecnológica novedosa.

Estas categorías convergen en la categoría central: Aspectos más valorados del catálogo digital.

Figura 4.39

Red semántica de las respuestas de la Pregunta 10



La red semántica muestra que los códigos se concentran principalmente en torno a "Las imágenes", "3D", "Información científica" y "Diseño de página". El nodo con mayor densidad relacional corresponde al contenido visual, lo que indica que la dimensión gráfica y tridimensional fue el aspecto más destacado por los participantes.

La estructura relacional confirma que el catálogo es percibido como un recurso visualmente atractivo, informativamente sólido y tecnológicamente innovador.

Nube de palabras derivada del análisis de las respuestas de la pregunta 10



145

El hallazgo que supusieron los términos “organización”, “científica”, “presentación” y “moderno” pueden no ser relevantes, aunque refuerza la buena valoración que los usuarios hicieron en cuanto a la estructura, claridad y soporte académico del recurso.

Interpretación.

Los factores evaluados más positivos aparecen en el criterio visual, y dentro de este aspecto, las imágenes y los modelos 3D, se podría decir que son los aspectos más valorados del catálogo digital, los participantes pusieron de manifiesto la claridad de la presentación, la organización de la información y el diseño moderno los cuales hacían que la experiencia de navegación fuera mucho más enriquecedora.

El contar con opción de validación para la información científica y la delimitación geográfica hacía que se sintiese una sensación de confianza en el contenido. En general, el análisis viene a ratificar que el catálogo digital conjuga la propuesta de innovación tecnológica, la claridad estructural y el soporte académico, conferido por el sistema de las ciencias o por la validación científica, produciendo de esta manera una experiencia de significativa utilidad para el usuario.

4.2. Discusión

4.2.1 Propuesta y comparación de resultados

De los resultados obtenidos en esta investigación se puede manifestar que la implementación del catálogo digital de plantas medicinales con modelado 3D y recursos multimedia propició una experiencia de aprendizaje positiva; entre los diferentes grupos de participantes. Las evidencias mostraron una valoración positiva respecto a la interactividad, a la claridad visual y la organización del contenido (Taxonomica y fitoquímica), lo cual es consistente con las investigaciones relacionadas donde se ha demostrado que el modelado en 3D y la realidad aumentada incrementan la comprensión

de la estructura compleja de conceptos en contextos científicos (Reeves et al., 2021; Spadoni et al., 2022).

Asimismo, los datos obtenidos están alineados con investigaciones relacionadas con el uso de la realidad aumentada en aplicaciones y orientadas al reconocimiento de plantas medicinales (Julkarnain et al., 2021; Muladi et al., 2022), en las cuales se manifiesta un aumento del interés y de la motivación del usuario. No obstante, a diferencia de investigaciones centradas solamente en educación básica, este trabajo abarco la validación taxonómica y datos fitoquímicos, lo cual amplía el alcance hacia contextos académicos e investigativos.

Desde el ámbito del Diseño de Experiencias de Aprendizaje (LXD), los resultados confirmaron que un diseño que gire en torno la experiencia del usuario favorece la apropiación del conocimiento.

La integración de elementos interactivos y visuales se tradujo en una experiencia activa, coherente con la teoría del aprendizaje por descubrimiento de Bruner, en la que el estudiante construye significado mediante exploración guiada.

4.2.2 Explicación de los resultados

La triangulación entre los datos de muestras analizadas nos permite evidenciar que la organización jerárquica del catálogo digital y el diseño centrado en el usuario facilitan la comprensión del contenido en niveles de conocimiento diferentes. En ese sentido, tanto expertos como estudiantes y con la población general, encuentran que la nitidez en la organización de la información, así como la navegación intuitiva ayudan a que el acceso a conocimiento sea más sencillo y que se eliminen barreras cognitivas generadas por la complejidad del contenido científico.

Por otra parte, la buena aceptación en cuanto a la usabilidad y facilidad de manejo del recurso especialmente por estudiantes y población en general manifiesta una positiva aceptación tecnológica. Estos resultados indican que el diseño de UX y LXD aplicados

permiten no solo mejorar la interacción con el catálogo, sino que facilita la construcción de una experiencia de aprendizaje accesible, inclusiva y adaptable a diferentes perfiles de usuario, lo cual es fundamental en contextos de divulgación científica.

Igualmente, la claridad del contenido científico, reforzada con el empleo de material multimedia y modelados en 3D, favoreció la comprensión de nociones botánicas y fitoquímicas para que los usuarios pudiesen construir nuevos conocimientos utilizando experiencias previas como referentes. Este hallazgo es congruente con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, al indicar que los nuevos conocimientos se integran a estructuras cognitivas previas mediante representaciones visuales concretas.

En cuanto a la integración del conocimiento tradicional y el conocimiento científico, los resultados mostraron una tendencia relevante entre las tres muestras. Los expertos se encargaron de la validación del rigor y la pertinencia del contenido, la población general logró complementar y sustentar sus saberes ancestrales a la luz de la información científica presentada, y los estudiantes reconocieron el valor formativo otorgado por el recuso digital. De esta manera se evidencia que el catálogo digital funciona como un puente que logra articular ambas áreas del conocimiento.

Por último, la apropiación de conocimiento se reflejó no sólo en el quehacer académico, sino también en su factibilidad para ser aplicado en el día a día, especialmente en la población general. Así, la triangulación confirma que el recurso no sólo tiene una función informativa, sino que también aporta a la divulgación científica responsable y al fortalecimiento de una cultura de utilización consciente de las plantas medicinales, posicionando a la tecnología como un mediador clave en la construcción social del conocimiento.

En la siguiente tabla se presenta un resumen detallado de la triangulación de los resultados obtenidos en las muestras mencionadas con anterioridad.

Tabla 4.2*Triangulación de los resultados en base a cada tipo de muestra.*

Categoría de análisis	Muestra de Expertos (validación científica)	Muestra por conveniencia (Estudiantes)	Muestra de voluntarios (Publico general)	Interpretación triangulada
Organización y estructura del contenido	Consenso en claridad estructural y organización lógica del catálogo	Perciben navegación clara y ordenada	Identifican facilidad para localizar información	La estructura del catálogo favorece la comprensión en distintos niveles de conocimiento
Usabilidad y navegación	Evaluación positiva de interfaz intuitiva y funcionalidad	Alta valoración de facilidad de uso y navegación	Uso accesible incluso para personas sin formación técnica	El diseño UX logra ser inclusivo y adaptable a diversos perfiles de usuario
Claridad del contenido científico	Recomendación de mejorar lenguaje accesible y respaldo científico	Comprensión adecuada del contenido con apoyo multimedia	Interpretación del contenido desde saberes tradicionales	El catálogo actúa como mediador entre lenguaje científico y comprensión social
Integración tradición–ciencia	Validación del equilibrio epistemológico del recurso	Reconocen valor educativo del contenido científico	Contraste entre conocimientos tradicionales y científicos	Se consolida como puente de diálogo entre saber ancestral y ciencia
Recursos multimedia y modelado 3D	Sugerencias para mejorar integración visual	Alta valoración del modelado 3D como apoyo didáctico	Interpretación positiva de los modelos como apoyo visual	Los recursos multimedia potencian el aprendizaje significativo y la apropiación del conocimiento

Motivación e interés	Reconocimiento del carácter innovador del catálogo	Incremento en motivación e interés por el tema	Interés en aplicar el conocimiento en la vida cotidiana	El recurso genera interés en distintos contextos (académico y comunitario)
Divulgación científica y ética	Énfasis en uso responsable del término "medicinal"	Comprensión del uso adecuado de la información	Valoración del catálogo como herramienta informativa confiable	Se fortalece la divulgación científica responsable y el uso seguro del conocimiento
Apropiación del conocimiento	Validación del potencial educativo del recurso	Evidencia de aprendizaje y comprensión	Narrativas de uso práctico en contexto cotidiano	El catálogo favorece la apropiación social del conocimiento desde múltiples contextos

4.2.3 Implicaciones de los resultados

Las implicaciones de los resultados obtenidos de este trabajo de investigación dejan en claro que en la actualidad es indispensable que el diseño de recursos digitales para la divulgación científica sea considerado más ampliamente como un derecho y no solo desde la dimensión tecnológica para el entretenimiento, sino también desde una perspectiva en la que la población en general pueda ser incluida y beneficiada en cuanto a todos los aportes actuales en materia de ciencia y tecnología.

Ya que es necesario que en el presente las personas cuenten con las herramientas necesarias que les ayuden en la toma de decisiones y de esta manera contribuir en una mejor calidad de vida donde la información sea veraz, rápida, accesible, y se comparta de una manera responsable.

Desde la dimensión cultural es importante mencionar que es de suma importancia el conservar los conocimientos que se transmiten como parte de la herencia cultural y epistemológica. Al integrar la información de validación taxonómica y aportes de

investigación científica en conjunto con los conocimientos tradicionales, fomenta mayores niveles de confiabilidad en el contenido, lo que podría traducirse en una disminución en los riesgos asociados a la utilización inadecuada de plantas medicinales, especialmente en la época actual dado que estas son vistas como una opción para la salud pública.

Desde el punto de vista pedagógico, los resultados señalan que la naturaleza interactiva del recurso digital contribuye a la motivación y a la participación del estudiante, aun en ambientes con restricciones para el acceso a información científica especializada. Esto implica que los métodos centrados en el usuario pueden ser una estrategia para la alfabetización científica.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones y Recomendaciones

El estudio demostró que la implementación del catálogo digital de plantas medicinales, el cual estuvo integrado y diseñado bajo principios de los modelos LXD Y UX constituye una estrategia efectiva al momento de fortalecer la experiencia de aprendizaje de los usuarios, otro punto que cabe resaltar es que logro impactar positivamente en la apropiación del conocimiento científico en materia de las plantas medicinales involucradas en el estudio.

Los resultados dieron evidencia en la percepción que los usuarios tuvieron en relación con el catálogo, los cuales lo consideraron como una herramienta clara en cada uno de sus componentes, organizada en lo que respecta a su contenido informativo y visualmente comprensible. Una de las mayores fortalezas se centró en la representación tridimensional la cual fue clave para facilitar la comprensión morfológica de las especies, es importante mencionar que la información taxonómica y fitoquímica fueron fundamentales en el fortalecimiento del rigor científico del recurso digital.

Al ser un análisis cualitativo se logró comprender que el valor asignado al catálogo digital no radica únicamente en su funcionalidad técnica, sino en su capacidad para generar nuevos conocimientos partiendo de los posibles conocimientos previos, y que logra integrar el conocimiento tradicional y al mismo tiempo que la validación científica, de esta forma se logró hacer el vínculo entre conocimiento tradicional y ciencia formal, el cual logra abonar al conocimiento del público participante.

Desde la perspectiva metodológica realizada, se concluye que la triangulación de los datos cualitativos aportó solidez en la interpretación del estudio, permitiendo identificar cuáles fueron los patrones más consistentes en la experiencia de los participantes en base a las 3 diferentes muestras.

Como conclusión final podemos determinar que, los hallazgos confirman el supuesto planteado al inicio de la investigación: el catálogo digital interactivo mejora la experiencia de aprendizaje y favorece la apropiación del conocimiento sobre plantas medicinales.

Es importante reconocer, no obstante, que la investigación presenta limitaciones contextuales que necesitan mejoras las cuales pueden ser consideradas para posibles investigaciones futuras dentro de estas pueden derivarse el tamaño y tipo de muestra, así como del alcance geográfico específico, y mejoras en el recurso digital, algunas de ellas expuestas anteriormente en los resultados de las muestras de participantes. Estos factores delimitan la generalización estadística de los resultados, aunque no invalidan su relevancia interpretativa.

5.1 Relevancia y Proyecciones Futuras

El estudio demuestra ser un recurso digital viable para su implementación y se concibe como un recurso digital interactivo e innovador que apoya en la divulgación científica en contextos educativos y comunitarios, demuestra ser un recurso completo que logra integrar múltiples recursos los cuales son fundamentales en la alfabetización

científica ya que cumple con las características necesarias para fortalecer las soluciones tecnológicas contextualizadas y pedagógicamente fundamentadas.

Para futuras investigaciones, se sugiere enfocar el desarrollo y la evaluación del catálogo hacia su uso en un público general, de manera que sea posible integrar horizontes socioculturales diferentes que permitan estudiar su aplicación fuera del ámbito académico. también se recomienda incluir evaluaciones cuantitativas para medir su impacto sobre su comprensión y su aprendizaje y poder realizar estudios de carácter longitudinal con los que examinar la posible relación entre el diseño de la experiencia, la motivación y la permanencia del aprendizaje.

De la misma forma, se considera también la posibilidad de enriquecer el recurso a partir del aumento del número de especies que se incorporen para conseguir el máximo nivel de cobertura y valor informativo, así como incrementar la interacción sobre los modelos 3D y la exploración de este a través de nuevas dinámicas de exploración que favorezcan una experiencia más inmersiva. En la misma línea, la incorporación o el aumento de las tecnologías de realidad aumentada podrían favorecer significativamente la visualización y la comprensión de las plantas en contextos reales. Por último, la vinculación del catálogo con repositorios científicos nacionales podría contribuir a consolidar el catálogo como un elemento

Referencias citadas

- Ard, T., Bienkowski, M., Liew, S.-L., Sepehrband, F., Yan, L., & Toga, A. (2022). Integrating Data Directly into Publications with Augmented Reality and Web-Based Technologies – Schol-AR. *Scientific Data*, 9, 298. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01426-y>
- Ashutosh Kumar, Aakanksha Wany, Rajesh Kumar Jha, & Pratik Kumar Singh. (2024). (PDF) E-DATABASE INFORMATION OF INDIAN MEDICINAL PLANTS AND ITS ACTIVE INGREDIENTS. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/17230>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bardoloi, A., & Soren, A. D. (2022). Genotoxicity induced by medicinal plants. *Bulletin of the National Research Centre*, 46(1), 119. <https://doi.org/10.1186/s42269-022-00803-2>
- Basyir, M. S., Dinana, A., & Devi, A. D. (2022). Kontribusi Teori Belajar Kognitivisme David P. Ausubel dan Robert M. Gagne dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.14421/jpm.2022.71.12>
- Berndt, A. E. (2020). Sampling Methods. *Journal of Human Lactation*, 36(2), 224-226. <https://doi.org/10.1177/0890334420906850>
- Blender Scripting for Creative Coding Projects. (2023). *SIGGRAPH Asia 2022 Courses*, 1-28. <https://doi.org/10.1145/3550495.3558222>
- Bohórquez, I. M. M. (2018). Realidad aumentada y aplicaciones. *Tecnología Investigación y Academia*, 6(1), Article 1.
- Bruner, J. (1977). *The Process of Education: Revised Edition*. Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (Jerome S. (with Internet Archive). (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, Mass., Belknap Press of Harvard University. <http://archive.org/details/towardtheoryofin00brun>
- Carlos Alberto López Rosas, Mónica Carolina Olguín Guerrero, & Fabiola Hernández Rosas. (2023, mayo 7). Plantas medicinales: Si es natural... ¿No hace daño? *RDU UNAM*.

https://www.revista.unam.mx/2023v24n3/plantas_medicinales_si_es_natural_no_hace_dano/

Carretero, M. (2023). *Carretero, M. Constructivismo Y Educación*.
<http://archive.org/details/carretero-m.-constructivismo-y-educacion>.

Cseke L., Kirakosyan A., Kaufman P., Warber S., Duke J. y Brielmann H. (2006) *Natural Products from Plants*. Second Edition. CRC. USA: Taylor & Francis.

Clark, K. R. (2018). Learning Theories: Cognitivism. *Radiologic Technology*, 90(2), 176-179.

Communication & Information | UNESCO. (2021). <https://www.unesco.org/fr/communication-information>

Costa, M. (2023). Equivalent experience. *I+Diseño. Revista Científico-Académica Internacional de Innovación, Investigación y Desarrollo En Diseño*, 18, ágs. 73-82.
<https://doi.org/10.24310/idiseo.18.2023.16442>

Doebel, S., & Frank, M. (2022). *Broadening Convenience Samples to Advance Theoretical Progress and Reduce Bias in Developmental Science*. OSF.
<https://doi.org/10.31234/osf.io/s8zxm>

Ebner, M., Edelsbrunner, S., Schön, S., Ebner, M., Edelsbrunner, S., & Schön, S. (2022). Supporting Learning and Teaching with Good Design: Report and Lessons Learned from Learning Experience Design in Higher Education. En *E-Service Digital Innovation*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.107489>

Fernández Iglesias, M. J. (2024). Prototyping. *Design Thinking for Engineering*, 91-109.
https://doi.org/10.1049/PBME024E_ch6

Floor, N. (2023). *This is Learning Experience Design: What it is, how it works and why it matters* (1 st ed.). Pearson/ New Riders.

Francisco, J. N. C., Sauthier, L. J., Giaretta, A., Della, A. P., Cabral, A., & Gama, R. L. (2018). Fundamentos de taxonomia vegetal. BOTÂNICA NO INVERNO 2018 Organizadores Laboratório de Algas Marinhas, 125.

Fundora, Y. S., & García, Y. R. (2021). La divulgación científica: Una herramienta eficaz en centros de investigación. *Bibliotecas. Anales de investigación*, 7(0), Article 0.

- GERNANDT, D. S., CHAVEZ, G. A. S., DAVILA, V. M. G. S. C., & Héau, O. J. G. (2014). Digitalización del Herbario Nacional de México: avances y retos del futuro.
- Gill, S. L. (2020). *Qualitative sampling methods*. *Journal of Human Lactation*, 36(4), 579–581. <https://doi.org/10.1177/0890334420949218>
- GitHub. (s. f.). *About GitHub and Git*. GitHub Docs. Recuperado el 23 de abril de 2026 <https://docs.github.com/es/get-started/start-your-journey/about-github-and-git>.
- Hernández, D., Bottner, E., Cataldo, F., Zaragoza, E., Hernández, D., Bottner, E., Cataldo, F., & Zaragoza, E. (2021). Aplicación de Realidad Aumentada para Laboratorios de Química. *Educación química*, 32(3), 30-37. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.3.68129>
- Julkarnain, M., Zaen, M. T. A., Nawassyarif, N., Pratama, Y., & Yuliadi, Y. (2021). Augmented Reality-Based Medicine Plants Learning Applications. *The IJICS (International Journal of Informatics and Computer Science)*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.30865/ijics.v5i2.3157>
- Kohli, D., Khurana, D., Singh, B., Kaur, A., & Sachdeva, P. (2024). Exploring the Capabilities of Unity 3D Gaming Software. *2024 OPJU International Technology Conference (OTCON) on Smart Computing for Innovation and Advancement in Industry 4.0*, 1-6. 2024 OPJU International Technology Conference (OTCON) on Smart Computing for Innovation and Advancement in Industry 4.0. <https://doi.org/10.1109/OTCON60325.2024.10687984>
- Kristanty, R. E., & Hakiem, N. (2022). A Design of Interactive Augmented Reality Mobile-Learning Application for iOS-Based Device: Phytochemical Screening Material. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 7(4), Article 4. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v7i4.15236>
- Lara Reimers, E. A., García Hernández, A. R., Cruz García, F., Uresti Duran, D., Gonzales Fuentes, J. A., Encina Domínguez, J. A., Uribe Salazar, Y., Lara Reimers, E. A., García Hernández, A. R., Cruz García, F., Uresti Duran, D., Gonzales Fuentes, J. A., Encina Domínguez, J. A., & Uribe Salazar, Y. (2023). Estudio de plantas medicinales en el municipio de Pachuca de Soto Hidalgo, México. *Polibotánica*, 55, 197-211. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.55.13>

- Latifah, A., Tresnawati, D., & Sanjaya, H. (2022). *Media Pembelajaran Menggunakan Teknologi Augmented Reality untuk Tanaman Daun Herbal | Jurnal Algoritma*.
<https://jurnal.itg.ac.id/index.php/algoritma/article/view/1138>
- Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares. (2017).
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfpdppp.htm>
- Ley Federal del Derecho de Autor. (2020).
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfa.htm>
- Ley General de Vida Silvestre. (2021). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgvs.htm>
- López Rodríguez, M. C. (2018). «La producción del conocimiento científico y los obstáculos del investigador para la comunicación científica a través de la divulgación y la difusión». Universidad de Sonora. <https://investigadores.unison.mx/es/studentTheses/la-producci%C3%B3n-del-conocimiento-cient%C3%ADfico-y-los-obst%C3%A1culos-del-in>
- Maldonado, C., Paniagua-Zambrana, N., Bussmann, R. W., Zenteno-Ruiz, F. S., & Fuentes, A. F. (2020). La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19). *Ecología en Bolivia*, 55(1), 1-5.
- Manco Rueda, S. A. (2017). *Educación rural y desigualdades: Una mirada desde la perspectiva de interculturalidad*. <http://hdl.handle.net/10567/1983>
- Manjul D. E., Omkar Desai, Shrikar Desai, & Khushbu S. Tikhe. (2020). Augmented Reality: A New Way to View the World. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 9(3). <https://doi.org/10.17577/IJERTV9IS030545>
- Mañas, M. L. (2019). *Unity 3D*. Marcombo.
- Martínez-Hung, H., García-López, A., & Escalona-Arranz, J. C. (2017). Modelos de Realidad Aumentada aplicados a la enseñanza de la Química en el nivel universitario. *Revista Cubana de Química*, 29(1), Article 1.
- Maura C. Flannery. (2023). «En el herbario: El mundo oculto de la recolección y conservación de plantas» (Yale UP, 2023)—New Books Network. <https://newbooksnetwork.com/in-the-herbarium>

- Mejía Ríos, A. F. (2020). Uso de la realidad aumentada como apoyo didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de volúmenes geométricos en Educación Básica Secundaria. *Universidad Católica de Manizales*.
<https://repositorio.ucm.edu.co/jspui/handle/10839/3032>
- Mendizábal, V. (2018). De la torre de marfil a la arena pública: El papel de los científicos en la comunicación de la ciencia y la tecnología. *Communication Papers*, 7(13).
https://doi.org/10.33115/udg_bib/cp.v7i13.22000
- Mendoza García, J. (2015). Otra mirada: La construcción social del conocimiento. *Polis*, 11(1), 83-118.
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. M., & Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química*, 26(2), Article 2. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.004>
- Miah, M. O., & Kong, J. (2024). *Augmented Reality and Cross-Device Interaction for Seamless Integration of Physical and Digital Scientific Papers* (p. 2024.02.05.578116). bioRxiv.
<https://doi.org/10.1101/2024.02.05.578116>
- Morales, I., Fernández, N., Osa, E., Alvarez, D., Gutiérrez, A., Torres, I., & Matos, M. (2016). Difusión de la investigación científica en la educación superior. *Revista Publicando*, 3, 274-286.
- MORENO, Efraín J. (2007). El herbario como recurso para el aprendizaje de la botánica. *Acta Botánica Venezolana*, 30(2), 415-427.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S008459062007000200009&lng=es&tIng=es.
- Muladi, M. H., Listyorini, T., & Supriyati, E. (2022). Implementasi Augmented Reality Pada Pengenalan Tanaman Herbal Berbasis Android. *JUMINTAL: Jurnal Manajemen Informatika Dan Bisnis Digital*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.55123/jumintal.v1i2.782>
- Muñoz López, I. A. (2016). *Difusión y calidad del conocimiento en el instituto mexicano del seguro social (IMSS)*. <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/20843>
- Nur Hidayat, W., Akhsan Hakiki, M., Fajar Nashrullah, M., Elmunsyah, H., & Atmadji Sutikno, T. (2020). Development of Mobile Learning Application Based on Augmented Reality with

- Index Card Match Method. *2020 4th International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET)*, 304-309. <https://doi.org/10.1109/ICOVET50258.2020.9229914>
- Ñañez-Silva, M. V., Quispe-Calderón, J. C., Huallpa-Quispe, P. M., & Larico-Quispe, B. N. (2024). Analysis of academic research data with the use of ATLAS.ti. Experiences of use in the area of Tourism and Hospitality Administration. *Data and Metadata*, 3, 306-306. <https://doi.org/10.56294/dm2024306>.
- Olivoto T., Nardino M., Carvalho, I., Follman D., Jardel-Szareski V., Ferrari M., Pelegrin A., Queiróz de Souza V. (2017) Plant secondary metabolites and its dynamical systems of induction in response to environmental factors: A review. *African Journal of Agricultural Research* 12: 71-84.
- Okaiyeto, K., & Oguntibeju, O. O. (2021). African Herbal Medicines: Adverse Effects and Cytotoxic Potentials with Different Therapeutic Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115988>.
- Organización Mundial de la Salud. (2013). *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014–2023*. OMS. <https://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s2299s/s2299s.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2025, 2 de junio). *La medicina tradicional ocupa un lugar central en la 78.ª Asamblea Mundial de la Salud*. <https://www.who.int/news/item/02-06-2025-wha78--traditional-medicine-takes-centre-stage>
- Palhares, R. M., Gonçalves Drummond, M., Dos Santos Alves Figueiredo Brasil, B., Pereira Cosenza, G., das Graças Lins Brandão, M., & Oliveira, G. (2015). Medicinal plants recommended by the world health organization: DNA barcode identification associated with chemical analyses guarantees their quality. *PloS One*, 10(5), e0127866. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127866>
- Pope, E. M., Brandão, C., Bower, K., & Verdugo-Castro, S. (2023). Qualitative Research for Interdisciplinary Studies: Multiple Methodologies for Multiple Disciplines. *New Trends in Qualitative Research*, 16, e825-e825. <https://doi.org/10.36367/ntqr.16.2023.e825>

- Purwoko, A., & Widodo, T. (2023). APPLICATION OF AUGMENTED REALITY IN HERBAL PLANT LEARNING MEDIA. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.33387/jiko.v6i3.6866>
- Rafael Fernández Nava, Delfina Ramos Zamora, & Eleazar Carranza González. (2001). Notas Sobre Plantas Medicinales Del Estado De Querétaro, México. *POLIBOTANICA*, 12, 1-39.
- Replit. (2026). Build software faster. Replit. <https://replit.com/>.
- Reeves, L., Bolton, E., Bulpitt, M., Scott, A., Tomey, I., Gates, M., & Baldock, R. A. (2021). Use of augmented reality (AR) to aid bioscience education and enrich student experience. *Research in Learning Technology*, 29. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2572>
- Rizki Permana, Eneng TitaTosida, & Mohamad Iqbal Suriansyah. (2024). (PDF) DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY PORTAL FOR MEDICININAL PLANTS INTRODUCTION. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.47194/ijgor.v3i2.141>
- Salaverría-Aliaga, R. (Ramón). (2001). *Aproximación al concepto de multimedia desde los planos comunicativo e instrumental*. <https://hdl.handle.net/10171/5068>
- Sánchez-Aguirre, O. A., Linares-Márquez, P., Sánchez-Medina, A., Cano-Asseleih, L. M., Sánchez-Aguirre, O. A., Linares-Márquez, P., Sánchez-Medina, A., & Cano-Asseleih, L. M. (2021). Consideraciones bioéticas para la investigación científica de plantas medicinales contra el cáncer en México. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 21(1), 45-60. <https://doi.org/10.18359/rlbi.5010>
- Sandelowski, M. (1995). Sample size in qualitative research. *Research in Nursing & Health*, 18(2), 179-183. <https://doi.org/10.1002/nur.4770180211>
- Serrano-Estrada, B., Villaseñor, J., Ortiz, E., & Murguía-Romero, M. (2023). Generación automática de descripciones taxonómicas de plantas usando la representación objeto-atributo-valor. *Research in Computing Science*, 152, 13-34.
- Sieczka, R., & Pańczyk, M. (2020). Blender as a tool for generating synthetic data. *Journal of Computer Sciences Institute*, 16, 227-232. <https://doi.org/10.35784/jcsi.2086>
- Simões, D. V. S. de S., Freitas, J. F. de, & Marques, G. O. (2024). *Envenenamiento por hierbas medicinales* | Siete Editoras. 45.

- Soni, L., Kaur, A., & Sharma, A. (2023). A Review on Different Versions and Interfaces of Blender Software. *2023 7th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, 882-887. 2023 7th International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI). <https://doi.org/10.1109/ICOEI56765.2023.10125672>.
- Sosna, T., Kácha, O., Švarcová, E., & Zlámlová, H. (2025). *Developing pupils' creativity through 3D modeling*. **Frontiers in Education**. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1583877>.
- Spadoni, E., Porro, S., Bordegoni, M., Arosio, I., Barbalini, L., & Carulli, M. (2022). Augmented Reality to Engage Visitors of Science Museums through Interactive Experiences. *Heritage*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/heritage5030071>
- Subedi, M. (2023). Sampling and Trustworthiness Issues in Qualitative Research. *Dhaulagiri Journal of Sociology and Anthropology*, 61-64. <https://doi.org/10.3126/dsaj.v17i01.61146>
- Telefónica, F. (2011). *Realidad Aumentada: Una nueva lente para ver el mundo*. Fundación Telefónica.
- The Brazil Flora Group, Gomes-da-Silva, J., Filardi, F. L. R., Barbosa, M. R. V., Baumgratz, J. F. A., Bicudo, C. E. M., Cavalcanti, T. B., Coelho, M. A. N., Costa, A. F., Costa, D. P., Dalcin, E. C., Labiak, P., Lima, H. C., Lohmann, L. G., Maia, L. C., Mansano, V. F., Menezes, M., Morim, M. P., Moura, C. W. N., ... Moraes, M. R. (2022). Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network. *Taxon*, 71(1), 178-198. <https://doi.org/10.1002/tax.12640>
- Thomas, H., & Earthy, S. (2023). Qualitative interviews. En *Encyclopedia of Health Research in the Social Sciences* (pp. 269-274). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781800885691.ch49>
- Trotman, D. (s. f.). *Estudios de Educación: Los conceptos clave*.
- UNESCO. (2024, diciembre). *Acceso universal a la información e inclusión digital* | UNESCO. <https://www.unesco.org/fr/access-information-digital-inclusion>.
- Unity Technologies. (2026). *Unity Engine: 2D & 3D development platform*. Unity. Recuperado el 23 de abril de 2026, de <https://unity.com/products/unity-engine>
- Uzayr, S. bin. (2021). Dominando la unidad: Una guía para principiantes.

- Valverde-Otárola, J. C., Quesada, R., Soto, C., & Arias, D. (2020). Revista Científica. Revista Científica, 38(2), Article 2. <https://doi.org/10.14483/23448350.15362>
- Wang, N. (2024). Exploring Big Ideas-based Holistic Unit Teaching Design from the Perspective of Ausubel's Subsumption Theory. Journal of Education and Educational Research, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.54097/5ke0zx98>
- Zhu, Q., Xie, Y., Ye, F., Gao, Z., Che, B., Chen, Z., & Yu, D. (2023). Chinese herb medicine in augmented reality (arXiv:2309.13909). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.13909>

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Anexo 1. Instrumentos de evaluación y recolección de los datos.

Entrevista de Experiencia de Aprendizaje en el Catálogo Digital de Plantas Medicinales.

Este formulario tiene el propósito de conocer tu experiencia, comprensión y opiniones después de interactuar con el catálogo digital de plantas medicinales. Tus respuestas serán tratadas de manera confidencial y utilizadas únicamente con fines académicos.

Este instrumento contiene **10 preguntas sencillas** sobre tu percepción al interactuar con el recurso digital. **No existen respuestas correctas o incorrectas**; lo importante es que respondas con sinceridad según tu experiencia.

1. 1. ¿Cómo describirías tu experiencia al usar el catálogo digital?

2. 2. ¿Qué tan fácil o difícil te resultó navegar por el catálogo? Explica por qué.

3. 3. ¿De qué manera los objetos 3D te ayudaron a comprender mejor las plantas medicinales?

4. 4. ¿Hubo algo que te generara confusión o dificultad? Cuéntame qué y por qué.

5. 5. Explica con tus palabras lo que aprendiste sobre las plantas.

6. 6. ¿Consideras que el contenido multimedia (texto, imágenes, fichas) te ayudó a comprender mejor la información? ¿Cómo?

7. 7. ¿Sientes que este conocimiento puede aplicarse en tu vida diaria o contexto?

8. 8. ¿Qué elemento del catálogo te pareció más útil o interesante? ¿Por qué?

9. 9. ¿Te gustaría seguir usando este tipo de recursos digitales para aprender sobre plantas medicinales? ¿Por qué?

10. 10. ¿Qué fue lo que más te gusto del catálogo digital de plantas medicinales?

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

Cuestionario de Experiencia de Usuario del uso del Catálogo Digital de Plantas Medicinales. (Estudiantes).

Este cuestionario tiene como objetivo conocer tu nivel de **satisfacción** con el uso del Catálogo Digital de plantas Medicinales del Estado de Tabasco. Tus respuestas nos ayudarán a mejorar los contenidos, estrategias didácticas y recursos tecnológicos utilizados en futuras ediciones del recurso.

Importante:

Al completar este formulario, otorgas tu consentimiento para que la información proporcionada sea utilizada de forma confidencial con fines académicos y de mejora educativa. No se recopilarán datos personales sensibles ni se usará tu identidad de manera individual en ningún informe o publicación.

Tu participación es voluntaria y agradecemos profundamente tu colaboración.

Cada reactivo cuenta con una escala típica de 5 puntos, por ejemplo:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Neutral

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

Gracias por formar parte de esta muestra.

** Indica que la pregunta es obligatoria*

1. Correo electrónico *

2. 1.- El catálogo fue fácil de usar desde el primer momento. *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

3. 2.- La organización del contenido me permitió encontrar la información sin dificultad. *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

4. 3.- La navegación entre las secciones del catálogo fue clara e intuitiva. *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

5. 4.- Los textos del catálogo fueron comprensibles y adecuados para el público en general. *

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Tota ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Totalmente de acuerdo

6. 5.- Las imágenes y recursos visuales facilitaron la comprensión del contenido. *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Tota	☐	☐	☐	☐	☐	Totalmente de acuerdo

7. 6.- La combinación de texto, imágenes y modelos 3D hizo más clara la información presentada. *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Tota	☐	☐	☐	☐	☐	Totalmente de acuerdo

8. 7.- Los modelos 3D me ayudaron a interactuar de forma activa con el contenido del catálogo. *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Tota	☐	☐	☐	☐	☐	Totalmente de acuerdo

9. 8.- El diseño y la presentación del contenido hicieron que el uso del catálogo fuera intuitivo. *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Tota	☐	☐	☐	☐	☐	Totalmente de acuerdo

10. 9.- El contenido del catálogo mantuvo mi interés durante toda la interacción. *

Marca solo un óvalo.

	1	2	3	4	5	
Tota	☐	☐	☐	☐	☐	Totalmente de acuerdo

11. 10.- En general, considero que el catálogo digital fue fácil y agradable de usar. *

Marca solo un óvalo.

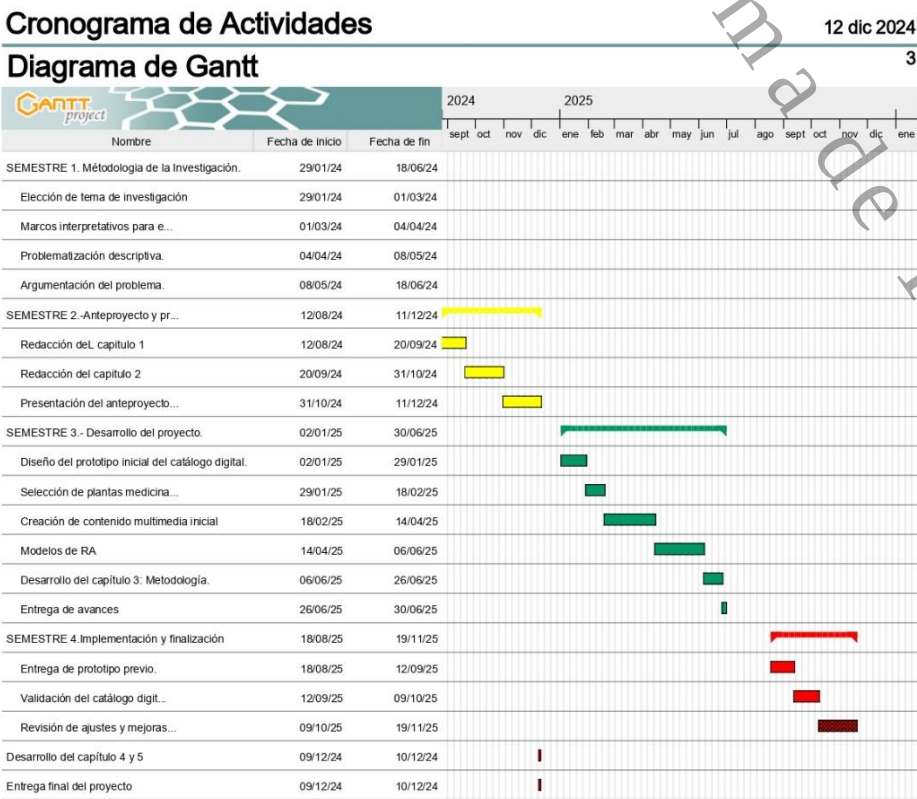
	1	2	3	4	5	
Tota	☐	☐	☐	☐	☐	Totalmente de acuerdo

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

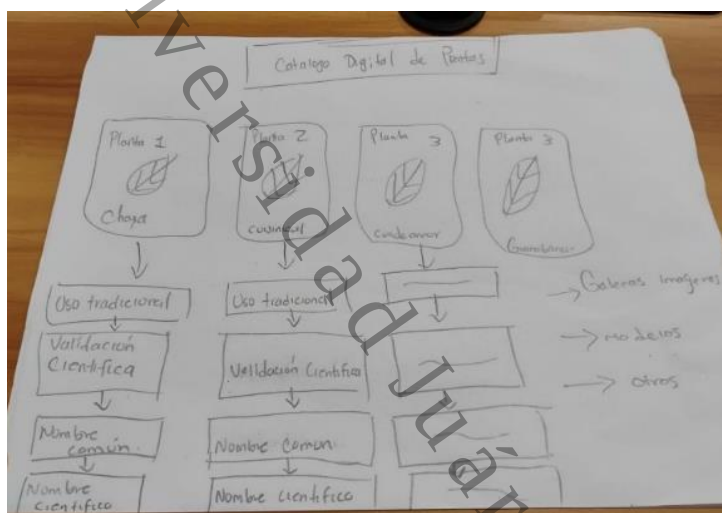
Anexo 2. Cronograma de actividades.

Cronograma de Actividades			12 dic 2024
Tarea			2
Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	
SEMESTRE 1.- Metodología de la Investigación.	29/01/24	18/06/24	
Elección de tema de investigación	29/01/24	01/03/24	
Marcos interpretativos para el problema de investigación	01/03/24	04/04/24	
Problematicación descriptiva.	04/04/24	08/05/24	
Argumentación del problema.	08/05/24	18/06/24	
SEMESTRE 2.-Anteproyecto y primeros 2 capítulos.	12/08/24	11/12/24	
Redacción deL capítulo 1	12/08/24	20/09/24	
Redacción del capítulo 2	20/09/24	31/10/24	
Presentación del anteproyecto ante el comité académico.	31/10/24	11/12/24	
SEMESTRE 3.- Desarrollo del proyecto.	02/01/25	30/06/25	
Diseño del prototipo inicial del catálogo digital.	02/01/25	29/01/25	
Selección de plantas medicinales y recopilación de datos científicos	29/01/25	18/02/25	
Creación de contenido multimedia inicial	18/02/25	14/04/25	
Modelos de RA	14/04/25	06/06/25	
Desarrollo del capítulo 3: Metodología.	06/06/25	26/06/25	
Entrega de avances	26/06/25	30/06/25	
SEMESTRE 4.Implementación y finalización	18/08/25	19/11/25	
Entrega de prototipo previo.	18/08/25	12/09/25	
Validación del catálogo digital con expertos y público objetivo.	12/09/25	09/10/25	
Revisión de ajustes y mejoras basadas en retroalimentación.	09/10/25	19/11/25	
Desarrollo del capítulo 4 y 5	09/12/24	10/12/24	
Entrega final del proyecto	09/12/24	10/12/24	

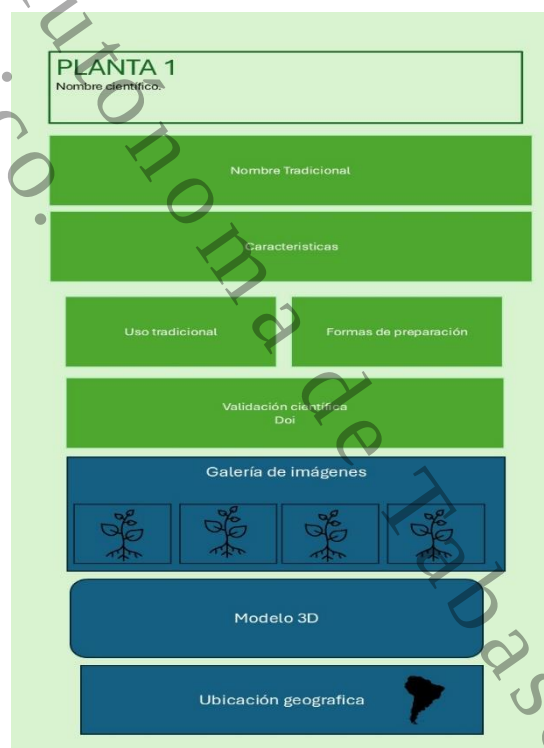
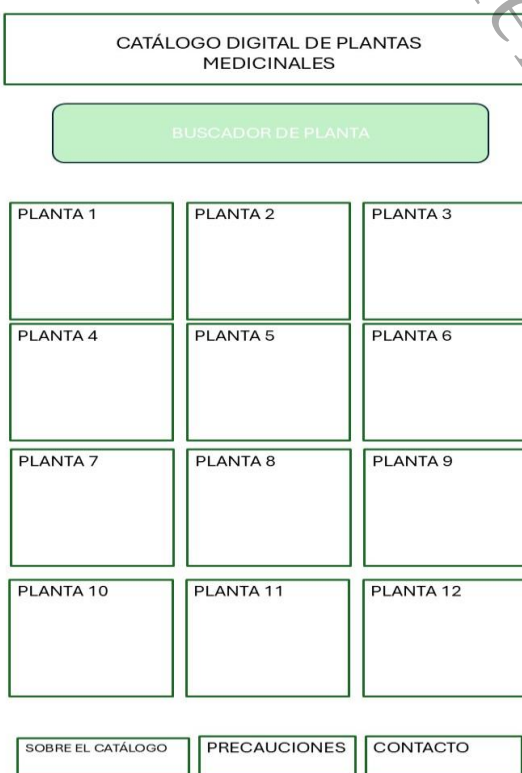


Anexo 3. Diseños y prototipos

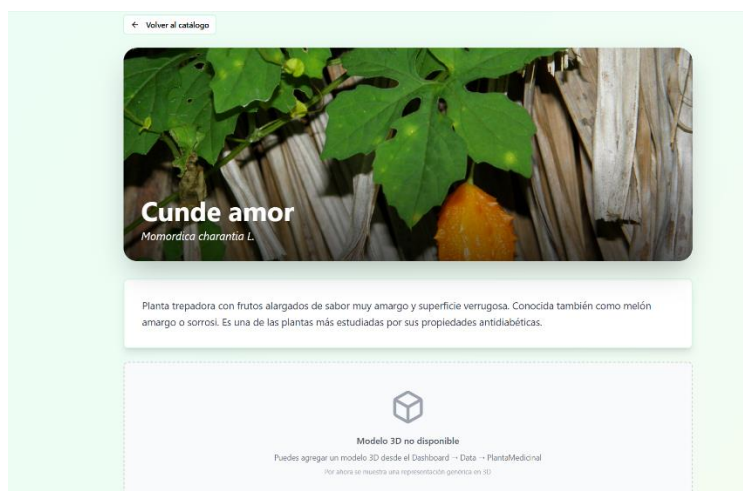
Wireframes en papel (Paper Sketch)



Wireframes Digitales



Primer Prototipo del Catálogo Digital.



Prototipo Final del Catálogo Digital

Vista principal del catálogo digital.

Plantas Medicinales de Tabasco

Descubre la riqueza botánica y el conocimiento ancestral de las plantas curativas del estado de Tabasco

Buscar planta por nombre...

Plantas Medicinales

15 plantas encontradas



Chaya
Crotalaria acutifolia
Ampliamente distribuida en zonas tropicales de Tabasco, especialmente en Centro, Huasteca y Jala de México.



Chiptin
Centrosema limicola
Común en zonas húmedas de Tabasco, especialmente en Centro, Huasteca y Jala de México.



Cocohite
Glicida septem (Lam.) Sand.
Común en cercas vivas y terrenos de Tabasco, Centro, Cárdenas, Comalcalco y todos los municipios.



Culinicuil
Tagetes
Presente en zonas tropicales de Tabasco: Teapa, Tacotalpa y Huamanguillo.



Cundeamor
Passiflora
Crea, abundante y cultivada en patios de Tabasco: Centro, Cárdenas y Comalcalco.



Hoja de araña
Aralia
Se encuentra en zonas tropicales de Tabasco, común en terrenos cultivados y áreas silvestres de todos los municipios.



Hoja de murciélago
Passiflora
Se encuentra en zonas sombreadas y húmedas de Tabasco: Teapa, Tacotalpa y Huamanguillo.



Maguey Morado
Agave
Cultivada ampliamente en jardines y patios de Tabasco, especialmente en Centro, Parícuti y Cárdenas.



Muicle
Passiflora
Común en huertos medicinales de Tabasco: Centro, Cárdenas y Huamanguillo.



Oreganón
Origanum
Cultivada en patios y jardines de todo Tabasco, especialmente en zonas urbanas y rurales de todos los municipios.



Palo tinto
Passiflora
Se encuentra en zonas costeras y selvas bajas de Tabasco: Parícuti, Comalcalco, Cárdenas y Huamanguillo.



Papaloquelite
Passiflora
Crece silvestre en terrenos de Tabasco y se cultiva en huertos de Centro, Cárdenas y Huamanguillo.



Guanábana
Annona
Cultivada en huertos familiares del suroeste de México, común en Tabasco, Campeche, Chiapas y regiones tropicales de Centro, Cárdenas y Comalcalco.



Pala de vaca
Passiflora
Cultivada y naturalizada en zonas costeras de Tabasco, común en patios, parques y orillas de caminos de Centro, Cárdenas, Teapa y Tacotalpa.



Guarumo
Cecropia
Común en bosques secundarios y orillas de ríos de toda la región tropical de Tabasco, especialmente en Teapa, Tacotalpa, Huamanguillo y Tenosique.

Sobre el Catálogo

Este catálogo documenta las plantas medicinales usadas tradicionalmente en el estado de Tabasco. Basados en el libro del Autor: Francisco Maldonado Mares. Referencia artículos de investigación científica de diversos investigadores.

Precauciones

Consulte a un profesional de la salud antes de usar plantas medicinales. La información aquí presentada es educativa y no sustituye consejo médico.

Contacto

Para más información sobre el uso tradicional y científico de estas plantas, consulte las referencias bibliográficas en cada ficha.

Ficha de la planta conocida como cundeamor (*Momordica Charantia*).



Cundeamor

Momordica charantia

Nombres Tradicionales

Melón amargoSorosí (Maya)BalsaminaAchocholSorosiPera balsámica

Características Botánicas

Planta trepadora herbácea anual de la familia Cucurbitaceae con tallos angulosos de hasta 5 metros que se sostienen mediante zarcillos espirales. Hojas alternas, palmadas, profundamente lobuladas (5-7 lóbulos) de 4-12 cm de diámetro con márgenes dentados. Flores amarillas unisexuales solitarias de 1.5-2 cm. Frutos oblongos fusiformes de 8-25 cm con superficie distintivamente verrugosa y tuberculada, verdes inmaduros que se tornan amarillo-naranja al madurar, dehiscentes que exponen semillas aplanadas cubiertas con arilo rojo. Sabor amargo característico debido a la momordicina. Planta rica en vitamina C, hierro y compuestos bioactivos como charantina, polipéptido-P y vicina. Crece vigorosamente en climas cálidos.

Uso Tradicional

Utilizada para tratar problemas de fiebre, cólicos y dolor de cabeza.

Formas de Preparación

- Para tratar cólicos se debe hervir las hojas en forma de té y tomar como agua de tiempo.
- Para el caso de fiebre se utilizan las hojas y las ramas cocidas para realizar baños al enfermo y del mismo modo se utiliza para los dolores de cabeza.

Validación Científica

Estudios de investigación y evidencia clínica

Referencia científica de la planta cundeamor (Momordica Charantia).



Validación Científica

Estudios de investigación y evidencia clínica

Espinosa-Moreno J, Centurión-Hidalgo D, Vera y Cuspinera GG, Pérez-Castañeda E, Zaragoza-Vera CV, Martínez-Martínez S, Mendoza-de-Gives P, González-Cortázar M

Polibotánica

2016

DOI: 10.18387/polibotanica.41.6



Resultados Principales

charantia presentó un efecto antihelmíntico del 23% de mortalidad a las 24 h, el cual se incrementó a 68.13% a las 72 h, siendo el extracto con mayor actividad antihelmíntica de todos los evaluados.



Conclusiones

Las diferencias fueron estadísticamente significativas (Tukey, $\alpha=0.05$). Estos resultados validan científicamente el uso tradicional del cundeamor en las comunidades rurales de Tabasco para el tratamiento de parásitos intestinales en humanos y animales domésticos.



Galería de Imágenes

Navega entre las imágenes o haz clic para ampliar



Imagen 16 de 18



Galería de imágenes y localización de la planta cundeamor (Momordica Charantia)



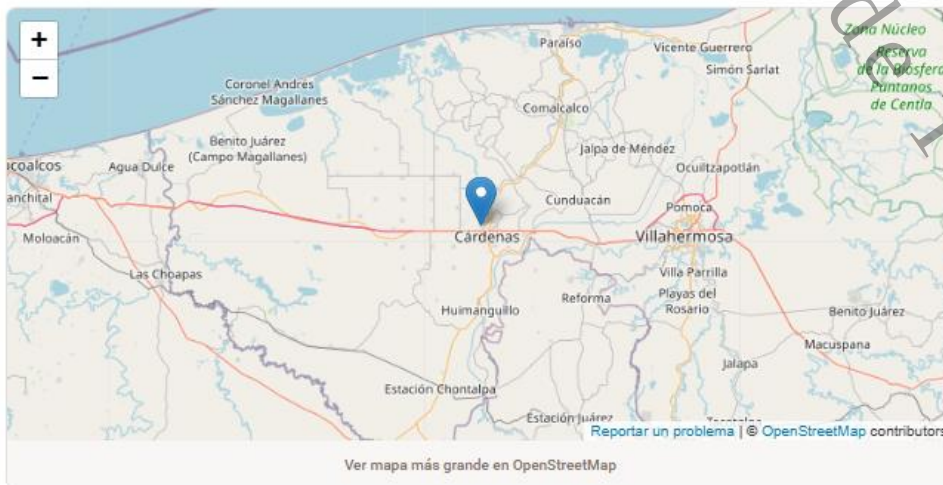
Modelo 3D Interactivo

Rota, acerca y explora la estructura de la planta



Ubicación Geográfica

Crece silvestre y cultivado en patios de Tabasco: Centro, Cárdenas y Comalcalco



Hoja de araña

Acalypha arvensis

Nombres Tradicionales

Yerba del cáncer

Hierba del cáncer

Acalifa

Hierba de araña

Mercurial silvestre

Características Botánicas

Planta herbácea perenne de la familia Euphorbiaceae de 20-80 cm de altura, muy ramificada desde la base. Tallos erectos o ascendentes, cilíndricos y pubescentes. Hojas alternas, ovadas a rómbicas de 2-6 cm, con bordes serrados, pecioladas, de textura suave. Flores pequeñas unisexuales dispuestas en espigas axilares delgadas de color verde amarillento. Las flores femeninas forman estructuras colgantes características. Frutos en cápsulas pequeñas de 1.5 mm. Raíz pivotante. Planta rica en elagitaninos, especialmente corilagina, además de flavonoides y compuestos fenólicos. Crece como maleza en terrenos alterados, orillas de caminos y cultivos. Alta capacidad de reproducción y dispersión.

Uso Tradicional

Utilizada tradicionalmente para tratar enfermedades infecciosas, inflamaciones, heridas y como antibacteriano natural. Es apreciada en la medicina popular de Tabasco por sus propiedades curativas.

Formas de Preparación

- Extracto etanólico: maceración de partes aéreas de la planta para uso antibacteriano.
- Infusión: hojas secas en agua caliente para infecciones.
- Cataplasma: hojas machacadas aplicadas sobre heridas e inflamaciones.



Validación Científica

Estudios de investigación y evidencia clínica

Ble-González EA, Gómez-Rivera A, Zamilpa A, López-Rodríguez R, Lobato-García CE, Álvarez-Fitz P, Gutierrez-Roman AS, Perez-García MD, Bugarin A, González-Cortazar M

Plants

2022

DOI: 10.3390/plants11030300



Validación Científica

Estudios de investigación y evidencia clínica

Ble-González EA, Gómez-Rivera A, Zamilpa A, López-Rodríguez R, Lobato-García CE, Álvarez-Fitz P, Gutierrez-Roman AS, Perez-García MD, Bugarin A, González-Cortazar M

Plants

2022

DOI: 10.3390/plants11030300



Metodología

Investigación fitoquímica y evaluación antibacteriana comprehensiva de *Acalypha arvensis* contra patógenos multirresistentes de importancia clínica.



Resultados Principales

La actividad antibacteriana evaluada por método de microdilución en caldo mostró potencia excepcional: contra *Staphylococcus aureus* meticilino-sensible (MSSA) CMI = 31.25 µg/mL, *S. aureus* meticilino-resistente (MRSA) CMI = 62.5 µg/mL, *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas (KPC) CMI = 125 µg/mL, *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente CMI = 250 µg/mL, y *Enterococcus faecalis* resistente a vancomicina (VRE) CMI = 125 µg/mL. Estudios de curva de muerte bacteriana demostraron efecto bactericida (reducción >3 log CFU/mL en 24h) a concentraciones 4x CMI.



Conclusiones

Estos hallazgos posicionan a *A. arvensis* como fuente prometedora de agentes antibacterianos naturales contra patógenos multirresistentes, validando científicamente su uso etnomedicinal y sugiriendo aplicaciones terapéuticas en la era de resistencia antimicrobiana creciente.



Galería de Imágenes

Navega entre las imágenes o haz clic para ampliar





Modelo 3D Interactivo

Rota, acerca y explora la estructura de la planta



Ubicación Geográfica

Se encuentra en zonas tropicales de Tabasco, común en terrenos cultivados y áreas silvestres de todos los municipios



Ver mapa más grande en OpenStreetMap

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Galería de Imágenes

Navega entre las imágenes o haz clic para ampliar



Imagen 4 de 10



Modelo 3D Interactivo

Rota, acerca y explora la estructura de la planta



177

Maguey Morado

Tradescantia spathacea

Nombres Tradicionales

Maguey morado

Espadaña

Cuna de Moisés

Hierba del golpe

Planta de ostra

Barquito de Moisés

Características Botánicas

Planta herbácea perenne suculenta de la familia Commelinaceae de 20-40 cm de altura. Tallos cortos, carnosos, de crecimiento rosetado. Hojas basales lanceoladas linear-espátuladas de 15-35 cm de largo por 4-7 cm de ancho, rígidas, carnosas, dispuestas en espiral densa. Haz verde oscuro brillante y envés de color púrpura intenso característico debido a antocianinas. Flores pequeñas blancas de tres pétalos agrupadas en inflorescencias protegidas por brácteas en forma de bote o cuna de color púrpura en la base de la planta. Raíces fibrosas superficiales. Savia mucilagínosa transparente con propiedades medicinales. Resistente a la sequía y de fácil propagación vegetativa. Crece en lugares sombreados y húmedos.

Uso Tradicional

Utilizada para afecciones respiratorias, tos, bronquitis, problemas digestivos y como antiinflamatorio. También para heridas y quemaduras.

Formas de Preparación

- Jarabe: hojas cocidas con miel para tos y bronquitis.
- Infusión: 3-4 hojas en 1 litro de agua para problemas digestivos.
- Cataplasma: hojas machacadas aplicadas sobre heridas para cicatrizar.

Galería de Imágenes

Navega entre las imágenes o haz clic para ampliar



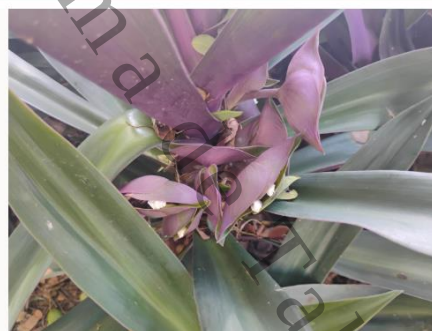
< >

Imagen 3 de 13



Galería de Imágenes

Navega entre las imágenes o haz clic para ampliar



< >

Imagen 10 de 13





Galería de Imágenes

Navega entre las imágenes o haz clic para ampliar



Imagen 1 de 13



Validación Científica

Estudios de investigación y evidencia clínica

Díaz Oliva VC, González Cortazar M, Lobato García CE, Gómez Rivera A

Semana de Divulgación y Video Científico 2008 - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

2008

DOI: <https://es.scribd.com/document/652703453/VDiazO>



Metodología

Estudio químico y farmacológico del extracto hidroalcohólico de Maguey Morado (*Tradescantia spathacea* Sw) realizado en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Debido al excesivo uso de medicamentos sintéticos que cada vez está produciendo problemas de salud aún más complicados como son las adicciones y efectos secundarios no deseados (vómito, alergias, entre otros), se hace necesario utilizar plantas medicinales como *Tradescantia spathacea* Sw. Se efectuaron estudios químicos y farmacológicos a extractos hidroalcohólicos del maguey morado, los cuales dieron como resultado la presencia de flavonoides tipo quercetina, pero de mayor polaridad. El material vegetal (brácteas) fue recolectado en el poblado Huacapa y Amestoy, así como en el poblado El Mote del municipio de Cunduacán, Tabasco, a partir de plantíos de traspatios. Para su identificación taxonómica se preparó un espécimen y se envió al herbario de la División Académica de Ciencias Biológicas de la UJAT. El material vegetal fresco (1905 g) fue sometido a liofilización durante 3 días (541.2 g) y extraído con solución hidroalcohólica (EtOH/H₂O 60:40) vía maceración por triplicado a temperatura ambiente, obteniéndose 196.



Mecanismos de Acción

2 g) y extraído con solución hidroalcohólica (EtOH/H₂O 60:40) vía maceración por triplicado a temperatura ambiente, obteniéndose 196.



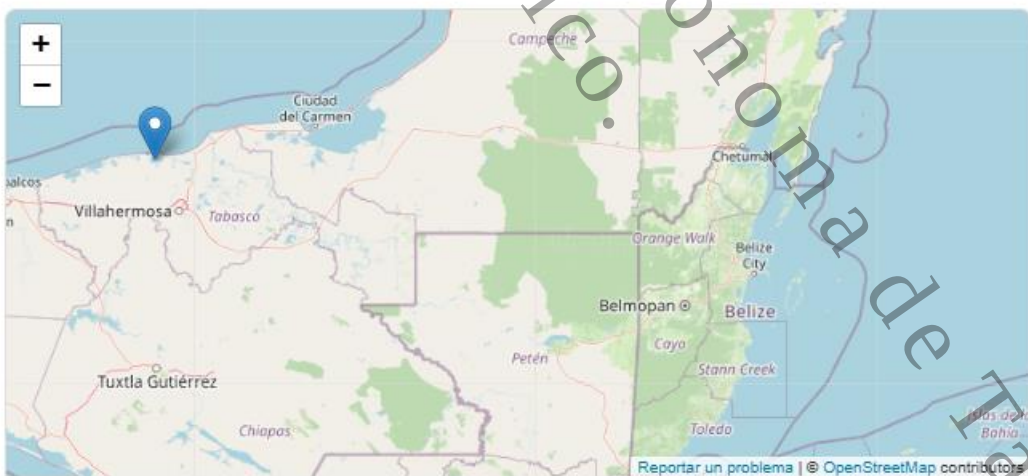
Modelo 3D Interactivo

Rota, acerca y explora la estructura de la planta



Ubicación Geográfica

Cultivada ampliamente en jardines y patios de Tabasco, especialmente en Centro, Paraíso y Cárdenas



Ver mapa más grande en OpenStreetMap

Anexo 4. Declaración de Uso de Inteligencia Artificial Generativa

Declaración de Uso de Inteligencia Artificial Generativa

Mtra. Yenny Lorena Dussan Rojas
Encargada de Despacho de la Coordinación de Posgrado
División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Presente

Por medio de la presente, declaro bajo protesta de decir verdad que el documento titulado: "[CATÁLOGO DIGITAL DE PLANTAS MEDICINALES CON RECURSOS MULTIMEDIA Y MODELADO 3D PARA EL APRENDIZAJE Y LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA.]" fue elaborado en su mayor parte mediante trabajo intelectual propio y con base en criterios éticos de producción académica. No obstante, en atención a los lineamientos actuales sobre transparencia e integridad científica, se informa de las herramientas de Inteligencia Artificial (IA) de tipo generativa que se usaron en las siguientes condiciones:

Tipo de asistencia recibida:	Sí	No	Descripción ^(a)
Sugerencias de redacción (reformulación de oraciones, corrección gramatical o estilística).			
Generación de ideas preliminares para el desarrollo de algún apartado del protocolo.			
Creación de resúmenes, esquemas, imágenes, figuras para la organización y presentación de información incluida en el protocolo.	x		Para la creación de algunas imágenes.
Búsqueda de información o explicaciones conceptuales.			
Traducción técnica o revisión de legibilidad en otro idioma.	x		Para validar la correcta traducción del abstrac.
Edición de estructura argumentativa.			
Generación total o parcial de párrafos (revisando y adaptando el contenido manualmente).			
Análisis de datos e interpretación de resultados			
Formateo de referencias bibliográficas			
Otro (Especificar):			

^(a) En caso de haber respondido afirmativamente

Especificar solo en caso de haber recibido asistencia de IA:

Nombre y versión de la herramienta de IA:	https://www.napkin.ai/
Nombre y versión de la herramienta de IA:	https://quillbot.com/

Responsabilidad académica:

Declaro que toda la información generada por IA especificada en la tabla fue cuidadosamente revisada, verificada y editada por el autor/a principal, y que no se utilizó contenido sin evaluación crítica ni se incluyeron referencias ficticias o erróneas. Así mismo, el autor/a se responsabiliza de la exactitud, integridad y originalidad del documento presentado.

Esta declaración se realiza con fines de transparencia académica, conforme a los principios de honestidad científica, integridad institucional y confianza editorial.

Atentamente

Cunduacán, Tabasco, a 30 abril de 2026



VIRIDIANA ARIAS DE LA CRUZ

Nombre completo y firma del autor/a

Arias_49@hotmail.com

Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento
División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Correo electrónico de contacto

Anexo 5. Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de Tesis:	CATÁLOGO DIGITAL DE PLANTAS MEDICINALES CON RECURSOS MULTIMEDIA Y MODELADO 3D PARA EL APRENDIZAJE Y LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA.
Autor(a) o autores(ras) de la Tesis:	Viridiana Arias de la Cruz.
ORCID:	0009-0005-9241-0158
Resumen de la Tesis:	El uso de plantas medicinales constituye una práctica ancestral ampliamente difundida en comunidades rurales del estado de Tabasco; sin embargo, persiste una desconexión entre el conocimiento tradicional y la investigación científica, lo que puede derivar en usos inadecuados, riesgos para la salud pública y pérdida de saberes culturales. A pesar de que existen estudios científicos sobre propiedades fitoquímicas y validación taxonómica de diversas especies, la información permanece fragmentada y expresada en

	lenguaje técnico poco accesible para la población general y estudiantes. Ante esta problemática, la presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un catálogo digital interactivo de plantas medicinales que integra recursos multimedia y modelado 3D, bajo los enfoques de Diseño de Experiencias de Aprendizaje (LXD), Experiencia de Usuario (UX) y modelo de prototipado. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo aplicado, incorporando tradiciones como la etnografía, fenomenología, hermenéutica y teoría de sistemas. La recolección de datos se realizó mediante entrevistas, grupos focales, observación participativa y análisis documental, procesados con el software Atlas.ti para identificar patrones y categorías emergentes. Los resultados evidenciaron que la integración de modelado 3D, contenidos multimedia y visualización interactiva favorece la comprensión de conceptos botánicos y fitoquímicos, mejora la experiencia de aprendizaje y facilita la apropiación social del conocimiento
--	---

	científico. Se concluye que el catálogo digital constituye una herramienta innovadora para fortalecer la divulgación científica, promover el uso informado y responsable de plantas medicinales y tender un puente entre ciencia y tradición.
Palabras claves de la Tesis:	Palabras clave: catálogo digital, plantas medicinales, modelado 3D, divulgación científica, aprendizaje significativo.
Referencias citadas:	Las referencias se encuentran en las páginas anteriores de la página 148-156