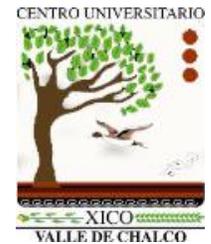




UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



Centro Universitario Valle de Chalco

**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB DESDE EL
ENFOQUE DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA PARA
DIFUNDIR INFORMACIÓN SOBRE EL REINO FUNGÍ**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

P R E S E N T A

ING. DANIEL BENITO MORAN

TUTORA ACADÉMICA

DRA. ANABELEM SOBERANES MARTÍN

TUTORAS ADJUNTAS

DRA. MAGALLY MARTÍNEZ REYES

DRA. MARÍA DE LOURDES LÓPEZ GARCÍA

VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD, MÉXICO OCTUBRE 2019



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



**DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB DESDE EL
ENFOQUE DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA PARA
DIFUNDIR INFORMACIÓN SOBRE EL REINO FUNGI**



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



RESUMEN

La creación de un sistema que gestione información sobre hongos considerando la incorporación de técnicas pedagógicas en el proceso de desarrollo con el propósito de tomar en cuenta las características del usuario final, ayudará al proceso de enseñanza-aprendizaje manteniendo, como principal característica, el interés por parte del usuario en seguir utilizando el sistema como instrumento de apoyo.

La tecnología educativa, como se conoce hoy en día tiene poco tiempo de desarrollo, tradicionalmente era entendida como el uso de materiales audiovisuales en el aula, sin embargo, este concepto ha quedado atrás para ser considerada como un apoyo a los procesos educativos, que toma en cuenta múltiples disciplinas para desarrollarse.

Esta investigación vincula la fundamentación teórica con el desarrollo de un sistema considerando aspectos pedagógicos para la generación de tecnología educativa, este trabajo es desarrollado en tres etapas, siendo la primera la búsqueda de bases educativas y su adecuación a la tecnología; la segunda la aplicabilidad de las mismas al concepto de usabilidad; y la última, el desarrollo del sistema.

Palabras Clave: Tecnología Educativa, Usabilidad, Micología, Sistema Web



UAEM

Universidad Autónoma
del Estado de México



ABSTRACT

The creation of a system that manages information about fungi detected the configuration of pedagogical techniques in the development process with the purpose of taking into account the characteristics of the end user, helps the teaching-learning process, as the main character, the interest on the part of the user to continue using the system as a support instrument.

Educational technology, as it is known today has little development time, was traditionally understood as the use of audiovisual materials in the classroom, however, this concept has gone back to be considered as a support to educational processes, which take into account multiple disciplines to develop.

This research links the theoretical foundation with the development of a specific pedagogical system for the generation of educational technology, this work is developed in three stages, the first being the search for educational bases and their adaptation to technology; the second their applicability to the concept of usability; and the last one, the development of the system.

Keywords: Educational Technology, Usability, Mycology, Web System



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Planteamiento del problema	15
1.2 Objetivos.....	19
1.2.1 General	19
1.2.2 Específicos.....	19
1.3 Hipótesis.....	19
1.4 Justificación	20
2. FUNDAMENTACIÓN	22
2.1 Marco teórico.....	22
2.2 Estado del arte	30
3. METODOLOGÍA	33
4. RESULTADOS EXPERIMENTALES	35
4.1 Análisis del sistema web.....	35
4.2 Diseño del sistema web.....	38
4.3 Desarrollo del sistema web.....	52
4.3.1 Base de datos del sistema web	58
4.3.2 Sistema de Instrucción Asistida por Computadora (<i>Computer-Assited Instuction, CAI</i>)	73
4.4 Pruebas piloto del sistema web	90
4.5 Pruebas de campo del sistema web	91
5. CONCLUSIONES	99



5.1 Discusión	100
6. RECOMENDACIONES	103
7. ANEXOS	104
ANEXO A. Plan de gestión	105
Anexo B. Validación por expertos.....	114
Anexo C. System Usability Scale	117
Anexo D. Cuestionario abierto.....	119
Anexo E. Artículo publicado en la revista de Programación Matemática y Software	120
8. REFERENCIAS.....	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Calificaciones del tema Historia	75
Tabla 2. Calificaciones del tema características.....	75
Tabla 3. Calificaciones del tema Diversidad.....	75
Tabla 4. Respuestas de las preguntas del SUS	92
Tabla 5. Aplicación de la fórmula para cada ítem	93
Tabla 6. Implementación final de la fórmula	94



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ingeniería de Software Educativo.	34
Figura 2. Pirámide Invertida.	39
Figura 3. Diagrama de comunicación cliente-servidor.....	41
Figura 4. Diagrama de flujo del repositorio.....	42
Figura 5. Distribución de la página	44
Figura 6. Página Inicio.....	45
Figura 7. Elementos del menú de información general.	45
Figura 8. Elementos del menú de educación	45
Figura 9. Elementos del menú de investigación	46
Figura 10. Elementos del menú de difusión y divulgación.....	46
Figura 11. Página de propuestas	46
Figura 12. Distribución de la página en móviles	47
Figura 13. Página de inicio móvil.....	47
Figura 14. Menú desplegable en móvil.....	48
Figura 15. Elementos del menú información	48
Figura 16. Elementos del submenú clasificación.....	48
Figura 17. Elementos del menú educación en móvil	48
Figura 18. Elementos del submenú cursos en móvil	49
Figura 19. Elementos del menú investigación en móvil.....	49
Figura 20. Elementos del menú educación en móvil	49
Figura 21. Página de envío de propuestas en móvil	49



Figura 22. Mapa del sitio web.....	51
Figura 23. Página web de inicio	52
Figura 24. Elementos desplegables del menú educación.	53
Figura 25. Dinamismo en el menú.....	54
Figura 26. Menú flotante	54
Figura 27. Búsqueda en el repositorio.....	55
Figura 28. Búsqueda avanzada en el repositorio	56
Figura 29. Página web de envío de propuestas	56
Figura 30. Página inicio en móvil.....	57
Figura 31. Menú flotante en móvil	57
Figura 32. Repositorio en móvil.....	57
Figura 33. Envío de propuestas en móvil	57
Figura 34. Diagrama entidad-relación	61
Figura 35. Modelado resultante.....	64
Figura 36. Modelo relacional (2FN).	65
Figura 37. Modelo relacional (3FN)	66
Figura 38. Modelo relacional con especificaciones.	67
Figura 39. Creación de la BD y tablas.....	68
Figura 40. Inserción de datos en tabla puente	69
Figura 41. Actualización del registro autor	69
Figura 42. Actualización del registro obra	70
Figura 43. Validación del autor.....	70
Figura 44. Validación de la obra.....	71

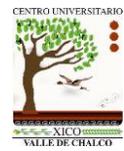


Figura 45. Trayectoria de aprendizaje.....	78
Figura 46. Diagrama de especificación de usuarios.....	81
Figura 47. Diagrama de caso de uso.....	82
Figura 48. Diagrama E-R del CAI Aprende Hongo.....	83
Figura 49. Resultado del modelo.....	84
Figura 50. Modelo relacional del CAI normalizado.....	84
Figura 51. Comunicación cliente–servidor.	85
Figura 52. Pantalla inicial	86
Figura 53. Temas del bloque uno.....	86
Figura 54. Actividad para estudiantes visuales.	87
Figura 55. Actividad y presentación de información para estudiantes kinestésicos.....	87
Figura 56. Actividad y presentación de información para estudiantes kinestésicos. (Benito y Soberanes, 2019).	88
Figura 57. Calificación satisfactoria del bloque.	88
Figura 58. Inicio del segmento dos.....	88
Figura 59. Respuesta a la pregunta: ¿cómo prefieres que se te.....	95
Figura 60. Respuesta a la pregunta: ¿qué características te	95
Figura 61. Respuesta a la pregunta: ¿qué tipo de estrategias.....	96
Figura 62. Respuesta a la petición: selecciona dos de los recursos	96
Figura 63. Respuesta a la opinión: consideras que la.....	97
Figura 64. Respuesta a la pregunta: ¿En qué grado consideras que	97



1. INTRODUCCIÓN

La investigación corresponde al área de Ciencias de la Computación, a la disciplina de Cómputo Aplicado a la Educación y a los Sistemas de Información, al campo científico Desarrollo de Sistemas Educativos y a la línea de investigación Implementación de Sistemas y Tecnología Educativa.

La tesis está integrada por las siguientes secciones: introducción que está compuesta por varias subsecciones, tales como, planteamiento del problema donde se estructuraron preguntas sobre la importancia de la conservación de hongos silvestres comestibles, además un seguimiento a los usuarios de la plataforma; mediante los objetivos se delimitaron los alcances y limitaciones de la presente investigación, además se planteó la hipótesis de trabajo que considera como variables la plataforma, el seguimiento y la deserción, esta hipótesis fue verificada y descrita en la conclusión de la investigación; justificación donde se indicó la importancia de la construcción de una plataforma de intercomunicación para difundir el conocimiento sobre hongos silvestres comestibles. Marco teórico que permite situar al lector en el problema de investigación partiendo por describir conceptos y teorías relacionadas con el tema de investigación, sociedad del conocimiento y la transformación de información en conocimiento, así como ubicándolo en la disciplina de Informática Educativa; metodología que indica la forma en la que se resuelve este trabajo, utilizando el tipo de investigación aplicada puesto que se usan bases pedagógicas para el desarrollo del sitio web que utilizará el usuario final; resultados experimentales que presentan lo implementado mediante una metodología de desarrollo de software considerando aspectos tecnológicos y educativos; conclusiones del autor donde argumenta de manera lógica el fundamento teórico con lo obtenido para generar una última premisa; recomendaciones a considerar con base en los resultados obtenidos para



trabajos a futuros o investigaciones similares; anexos en los que se presenta información adicional que complementan algunas características específicas del estudio; referencias en las que se fundamentó la tesis para su desarrollo.

1.1 Planteamiento del problema

Los sistemas informáticos son utilizados como una forma de adquirir información de carácter educativo, científico, cultura general, entre otros. Estos sistemas son la principal fuente de recursos informativos hoy en día, Redalyc, SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), JSTOR (*Journal STORage*), Wikipedia, son algunos ejemplos de lo mencionado. Esta información recurrentemente no termina convirtiéndose en conocimiento, por lo que el propósito para el que fueron creadas no es alcanzado.

Así mismo, el conocimiento ancestral de los habitantes de comunidades alejadas o poco expuestas a la tecnología, en materia de recursos naturales, el saber no se difunde a otros sectores; el habla como medio de transmisión y la poca o nula documentación sobre estos saberes, impiden la socialización del conocimiento, ocasionando su pérdida debido a su difusión sólo en el entorno local (Marín, 2012; Marotias, 2015; Alterius, 2016). La conservación de esta sabiduría reside en la apropiación por parte de nuevas generaciones y si éstas no continúan transmitiéndola, está en riesgo su existencia. En este contexto, documentar estos saberes adquiere relevancia para el quehacer científico en general, pues además de ayudar a preservar la cultura, también se puede enriquecer.

Un ejemplo de los recursos naturales que se ven afectados por la problemática anterior es la familia fúngica, por consecuente, algunas de ellas son desaprovechadas a causa del poco o nulo conocimiento de su trascendencia en distintos ámbitos, provocando incluso su desaparición.



Según el Convenio sobre la diversidad biológica (2002), México es un país megadiverso; es decir, concentra junto con 11 países el 70% de la biodiversidad del planeta; además, México se encuentra entre los cuatro con mayor biodiversidad biológica, su riqueza no sólo se basa en la cantidad de especies que existen en él, sino en que un porcentaje considerable de estas especies son endémicas, en otras palabras, sólo se encuentran en el territorio mexicano. Un caso particular son los hongos, de acuerdo con la SEMARNAT (2012) de las 70 mil especies estimadas en el mundo, México contiene por lo menos 12 mil, aunque hasta el momento se conocen y han estudiado dos mil de ellas.

Los catálogos o registros existentes (Naturalista, Urbe Cultural, entre otros) resultan, la mayoría de las veces, de difícil comprensión para el usuario, la presentación de la información no es visualmente atractiva, resultando tedioso; en otros de los casos, la información de alguna especie es escasa o se centra puramente en lo biológico, por lo cual, no se lleva un registro detallado para quién busca sobre el ejemplar. Esto, debido a que en la construcción del sistema web se realiza desde un punto de vista ingenieril, la mayoría de las veces, no se toman en cuenta otros aspectos para mejorar la usabilidad de la navegación en el sitio web.

Considerando lo anterior, los estudios sobre las especies endémicas han sido un tema complejo debido a que no existen plataformas o sitios web orientados a la educación de especies de este tipo. En el caso particular de los hongos, existen sistemas web de información que ofrecen definiciones técnicas, sin embargo, al no considerar las experiencias de quienes trabajan de manera empírica con las propiedades de los hongos, se pierde el conocimiento tradicional. Por lo cual, es importante transformar los sistemas tecnológicos de información a sistemas educativos aplicando bases pedagógicas.



En este sentido, la educación considerando la tecnología ha sido centro de varias investigaciones, una de ellas titulada “Teorías que sustentan la tecnología educativa” donde Urias *et al.* (2015) detallan que fue en la década de 1920 cuando los trabajos sobre medios de enseñanza comenzaron su auge, derivando en el diseño de las primeras máquinas de apoyo a la enseñanza; posteriormente, fueron consideradas las diferencias individuales de aprendizaje (canales de aprendizaje¹), como resultado en los 50, Burrhus Frederic Skinner propuso la tecnificación de la enseñanza, considerando el ritmo de aprendizaje de cada estudiante y una constante retroalimentación. Esta tiene como fundamento la teoría conductista, la cual nace en la psicología y después es trasladada a la educación por John Broadus Watson, Burrhus Frederic Skinner, entre otros al utilizar investigaciones de Iván Pávlov (Pellón, 2013; Izurieta, 2015). “El conductismo supone que todos los comportamientos son respuestas a ciertos estímulos en el ambiente, o consecuencias de la historia del individuo. Aunque los conductistas generalmente aceptan el papel importante de la herencia en la determinación del comportamiento, se centran principalmente en factores ambientales” (Sánchez, s/f). Para sintetizar, el individuo es moldeado mediante la regulación de su conducta y así generar un comportamiento deseado. Izurieta (2015) comenta que esta teoría genera varias discusiones sobre las deficiencias obtenidas, una de ellas es que su aplicación está a cargo de personas sujetas a diversos criterios, los cuales pueden ser permisivos, o en caso contrario, autoritarios; esta deficiencia se subsana con la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), puesto que los criterios son evaluados mediante dos posibles respuestas: correcto o incorrecto, omitiendo juicios de valor. En este contexto, “la computadora o cualquier dispositivo, regula la conducta de quien lo maneja de manera mucho más

¹ “Las preferencias sensoriales son los canales físicos y perceptuales mediante los cuales se percibe la información, es decir, por medio del "ojo", del "oído" y del "cuerpo” (Rosales *et al.*, 2015).



eficiente de la que el docente pudiera aplicar en el aula” (Izurieta, 2015, párr. 18).

Con el paso de los años, algunas teorías se fueron desarrollando, tales como el cognitismo, construccionismo, conexionismo, conectivismo, por mencionar algunas. Es el conectivismo el que nace como la "teoría del aprendizaje para la era digital", puesto que el conductismo comenzaba a quedar rezagado en su aplicación en las TIC; combinando principios del constructivismo y cognitismo (Siemens, 2004).

En consecuencia, se ha detectado que uno de los principales problemas de los sistemas informáticos con fines educativos es considerar métodos o técnicas de enseñanza-aprendizaje no adecuadas durante el desarrollo del sistema o simplemente omitirlas; como resultado, se obtienen sistemas que no logran su objetivo. Estos métodos son propios de la tecnología educativa, la cual no ha sido posible consagrar como disciplina única, pese a los esfuerzos realizados, debido a los distintos puntos de vista generados en torno a ella; además, la mayoría de la literatura la aborda como si fueran dos campos de estudio: tecnología y educación (Area, 2009).

En este sentido, se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

¿Cómo desarrollar un sistema web que considere estrategias de Tecnología Educativa para la gestión de la información sobre hongos?

¿De qué manera integrar aspectos tecnológicos y educativos en un sistema web?



1.2 Objetivos

Se presentan la meta a la cual se dirige la investigación, así mismo, los alcances y delimitaciones que se contemplaron durante el desarrollo de esta.

1.2.1 General

Desarrollar un sistema web integrando componentes de tecnología y educación para la gestión de la información sobre el reino fungí.

1.2.2 Específicos

- a) Investigar el estado del arte, de tal manera que permita identificar los elementos a considerarse durante el desarrollo del sistema web.
- b) Investigar sobre las estrategias de Tecnología Educativa, para mantener al usuario interesado sobre lo que se produzca en el sistema web.
- c) Definir el modelo de desarrollo de software que se adapte a la realización del sistema web, para abordar la problemática de una manera óptima.
- d) Evaluar los aspectos tecnológicos y educativos, para determinar su funcionamiento.

1.3 Hipótesis

Si se integran estrategias de tecnología y educación durante el desarrollo del sistema web entonces se logrará la gestión de la información sobre hongos por medio de la tecnología educativa.



1.4 Justificación

La sociedad se encuentra en constante cambio, como consecuencia se produce mucha información día tras día, esta información requiere de herramientas que puedan sistematizarla y acercarla a los usuarios, convirtiéndola así en conocimiento. Según Domínguez (2009) el conocimiento está constituido por experiencias, valores, información y prácticas, mismas que se transforman en nueva información, que espera a ser nuevo conocimiento fuera de dónde fue generado, esto a través de su comunicación y aprovechamiento.

Los conocimientos acerca de las propiedades y usos de los hongos se obtuvieron por la experimentación empírica de los habitantes y tradicionalmente han sido difundidos localmente de manera oral. Por lo cual, el conocimiento no es socializado o abierto para una mayor cantidad de personas, causando un sesgo de información en investigaciones, esto hace necesario desarrollar un medio capaz de difundir todo lo antedicho a escala global. En este sentido, se resalta la importancia de la creación de un sistema web que divulgue el conocimiento tradicional y científico sobre las propiedades y relevancia de los hongos.

Los sistemas web, como medio de adquisición del conocimiento, se han perfilado como elementos imprescindibles en la creación del saber a través de nuevos medios de comunicación en el aprendizaje, permiten la interacción entre la persona que recibe el conocimiento y la que lo provee, en un intercambio de información a través de un dispositivo electrónico como: celular, computadora, entre otros.

Por otro lado, el proyecto al que pertenece esta investigación se llama “generación de una plataforma de intercomunicación para la educación, investigación, divulgación y aprovechamiento del conocimiento tradicional y la



biodiversidad de los hongos comestibles silvestres de la región centro de México”. La información que se produjo en la realización de este proyecto determinó el contenido del sistema web, sin embargo, el modelo que se propone no depende de un tema en específico, puesto que se realizó con base en los modelos y metodologías de tecnología educativa que se implementan en un sistema informático.

Por lo mencionado, tomó importancia este proyecto de investigación. En cuanto al alumno que realizó este trabajo, le permitió extender su conocimiento en otras áreas distintas a las adquiridas en el plan de estudios; además de ofrecer una investigación con resultados verídicos, y por consiguiente, que sea utilizada para trabajos futuros.



2. FUNDAMENTACIÓN

Se presenta el sustento teórico para el desarrollo de la investigación, el cual se divide en el marco teórico y estado del arte.

2.1 Marco teórico

El interés del problema de investigación se derivó de la búsqueda de alternativas de apoyo al entorno educativo mediante la aplicación de tecnología y obedeció a realizar aportaciones a la parte teórica de la tecnología educativa mediante el concepto de construcción colectiva del conocimiento a través de un sistema web. Esta construcción “se hace desde la aprehensión personal de los conceptos e ideas que se encuentran en la teoría, la cual ha sido realizada por otras personas, así que, en principio hay una construcción colectiva, la que se enriquece con la accesibilidad a la información a través de los medios y mediaciones digitales” (Pinto, 2013, pág. 107).

Marín (2012) menciona que la sociedad del conocimiento es considerada como un modelo de organización social, en la cual cada individuo tiene la oportunidad de generar nuevo conocimiento; mismo que sólo se alcanzará mediante la renovación y difusión de éste, contribuyendo a que los individuos se adapten a este entorno cambiante e inestable, y los posibilite para obtener una visión futura. “La búsqueda de la sociedad del conocimiento ha dado lugar a que las comunidades científicas proyecten estrategias encaminadas a socializar o “popularizar” los conocimientos obtenidos de sus investigaciones para que los diferentes actores de la sociedad logren comprenderlos y asimilarlos. A esto se le ha denominado apropiación social del conocimiento” (Marín, 2012, pág. 56). En este contexto, “la apropiación social del conocimiento es un tema de reciente preocupación para las comunidades



científicas, los gobiernos y los medios de comunicación, que ha sido asumido como un compromiso social de la comunidad” (Marín, 2012, pág. 55).

Según David y Foray (2002) hay un nuevo agente en la difusión del conocimiento, comunidades de conocimientos, que definen como redes de individuos que tienen como principal objetivo la producción y difusión de nuevos saberes, reuniendo a personas pertenecientes a distintas entidades, pero especialistas en un mismo tema.

Por lo cual, la información definida como el “producto cultural del acto humano del pensar, crear e innovar en las diferentes formas del saber y en todos los ámbitos” (Reyes citado por Marín, 2012, pág. 56), es parte esencial en la apropiación del conocimiento. De lo anterior, se deduce el impacto que se ha generado por la ciencia en la educación, debido a la creación de conocimiento; en el entendido de nuevos modelos, técnicas y herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje².

En este sentido, la apropiación del conocimiento desde la perspectiva de la sociedad del conocimiento facilita la propagación de este, tanto en ámbitos científicos como educativos, beneficiándolos; a lo que se le denomina democratización del conocimiento, entendida por diversos autores como Marotias (2015) y Alterius (2016) como la liberación del conocimiento o acceso inmediato a material educativo, académico, científico en su forma digital y sin restricciones, mediante Internet.

García *et al.* (2012) mencionan la relevancia de Internet en la vida cotidiana de la sociedad actual como un espacio de acceso a la información, al ser atemporal y carecer de un espacio definido es posible obtener información

² “Es el procedimiento mediante el cual se transmiten conocimientos especiales o generales sobre una materia, sus dimensiones en el fenómeno del rendimiento académico a partir de los factores que determinan su comportamiento” (EcuRed, 2017, párr. 1).



de un mismo tema desde distintas perspectivas, sin excluir algunas problemáticas que enfrenta como información sin validez o falta de sistematización de esta.

En consecuencia, la divulgación del conocimiento en la época actual debe considerar el empleo de tecnología para lograr su objetivo. Un elemento por considerar son los Sistemas Informáticos (SI) que se definen como un “sistema de información que basa la parte fundamental de su procesamiento, en el empleo de la computación, como cualquier sistema, es un conjunto de funciones interrelacionadas, hardware, software y de recurso humano”. Un sistema informático emplea una estructura que utiliza dispositivos que se usan para programar, almacenar programas y datos (Ecured, s/f).

Hernández (2003, pág. 4) describe la evolución de los SI como:

Los SI han ido evolucionando durante los últimos años hasta constituir los denominados sistemas de información estratégicos. Primeramente, los Sistemas de Información empresariales eran considerados como un instrumento simplificador de las distintas actividades de la empresa [...] Su finalidad era básicamente llevar la contabilidad y el procesamiento de los documentos a nivel operativo.

El interés en los SI incrementó luego de la evolución de la informática y las telecomunicaciones, pues esto dio pie a mejorar la ejecución de algunas tareas, minimizando el tiempo e incrementando la capacidad de almacenamiento. Con el paso del tiempo, las compañías notaron que la tecnología y los sistemas de información, les ayudaban a mejorar sus resultados, así los SI comenzaron a formar parte del proceso de planificación (Hernández, 2003).



Monforte citado por Hernández (2003) concluye estas etapas de progreso, con los SI que componen los designado Sistemas Estratégicos de Información, los cuales se definen como: “aquel sistema de información que forma parte del “ser” de la empresa, bien porque supone una ventaja competitiva por sí mismo, bien porque está unido de una forma esencial al negocio y aporta un atributo especial a los productos, operaciones o toma de decisiones” (pág. 6).

En la actualidad, con la evolución de los SI, se ha adaptado una definición, denominada sistema de conocimiento, que es “una estructura organizada y proceso dinámico; reforzado por un conjunto de relaciones que conectan el contenido del conocimiento a su valor (utilidad); mejorado por un conjunto de procesos iterativos que permiten la evolución, revisión, adaptación y avances; sujeto al criterio de relevancia, confiabilidad y calidad” (Massachusetts Institute of Technology, 2017, párr. 3).

La Universidad de Granada (2017) define características de este tipo de sistemas, éstos funcionan mediante dos partes operativas que se complementan: la de creación de la base de conocimiento por medio de palabras asociadas y la de consulta que la administra. Debe existir una retroalimentación, de tal forma que la propia base de conocimiento obtenga una clasificación superior. Por cada salida, el sistema debe proporcionar un conocimiento objetivo integrado por: temas de investigación, representaciones gráficas de las redes de conocimiento, mapas o diagramas estratégicos, entre otros.



Mestre, Fonseca y Valdés (2007) mencionan que los entornos de aprendizaje³ no sólo se limitan a un espacio físico educativo o a la educación tradicional, también incluyen espacios que propician la adquisición y apropiación de conocimiento. De acuerdo con lo anterior, desde el surgimiento de los entornos virtuales de enseñanza, se ha buscado la manera de vincular todos los aspectos informáticos en un mismo lugar (Mestre, Fonseca y Valdés, 2007, pág. 9).

Una de las áreas de oportunidad de los SI son los sistemas web, los cuales se define como “una herramienta que plantea y utiliza la arquitectura cliente-servidor, en la cual, el cliente o usuario, empleando un navegador web cualquiera, accede a la aplicación, mediante la dirección en la que está ubicado el respectivo servidor web. El acceso a este servidor, se realiza ya sea a través de Internet o una intranet” (Aguilar y Dávila, 2013, pág. 21).

Estos sistemas web son útiles en la difusión de la información, en este caso de estudio particular, de la biodiversidad. Algunos autores como Aguirre-Acosta, Ulloa, Aguilar (2014) entre otros mencionan que México es un país que posee una gran diversidad de hongos, especies que poseen propiedades curativas y de alimentación, por lo que constituyen parte importante de la dieta tradicional de la zona. Guzmán (1995) menciona que los conocimientos acerca de los hongos fueron adquiridos por experiencia de los habitantes y han sido tradicionalmente transmitidos de manera oral por generaciones, mismos que fueron la fuente de información de las primeras investigaciones.

El presente trabajo toma estos conocimientos que han estado dispersos y los conjunta en un sistema web, aunando a su construcción por medio de

³ “Son espacios bien organizados y administrados. Ofrecen horarios adecuados al desarrollo, planes de lecciones y experiencias de aprendizaje en el interior o al aire libre que proveen oportunidades para elegir, jugar, explorar y experimentar” (S/A, 2018, párr. 1).



métodos y técnicas propios de la tecnología educativa para generar atención en el alumno a partir de la usabilidad.

La usabilidad se fundamenta en varias teorías pedagógicas, primero, en la teoría sociocultural de Lev Semiónovich Vygotski, y en especial, su concepto de zona de aprendizaje próximo el cual “expresa de forma concentrada una visión psicológica del hombre. Puede interpretarse como un sistema donde se identifican el sujeto que aprende, el sistema simbólico que es aprendido y el sujeto que enseña, como elementos en un espacio de relación. No se puede comprender como una potencialidad predeterminada en uno de sus componentes, sino como un emergente del espacio de relación mismo que se desarrolla en su propia existencia” (Corral, 2001, pág. 72); después en el constructivismo que plantea la necesidad de brindar al alumno medios requeridos (generación de andamiajes o también llamados puentes cognitivos) que le permitan estructurar procedimientos propios para la resolución de problemáticas, lo cual conlleva una renovación de ideas ante cada situación y le permite aprender continuamente, esto sustentado por los aportes de Jean William Fritz Piaget y Lev Semiónovich Vygotski (Ortiz, 2015); por último, en el conectivismo que “presenta un modelo de aprendizaje que reconoce los movimientos tectónicos en la sociedad donde el aprendizaje ya no es una actividad interna, individualista [...]. El aprendizaje puede residir fuera de nosotros (dentro de una organización o una base de datos)” (Siemens citado por Bates, 2015, párr. 1).



Algunas características de la teoría mencionada por Bates (2015) son:

- Lo aprendido y el conocimiento provienen de varias opiniones o fuentes.
- La conexión de las diversas fuentes de información especializada es un proceso de aprendizaje.
- La educación puede radicar en diversas fuentes (humanas y no humanas).
- La importancia radica en buscar nuevos saberes a los que se conocen.
- Las conexiones deben ser alimentadas por generación de conocimiento para permitir el aprendizaje continuo.
- La generación de ejes transversales entre campos, ideas y conceptos se requiere como habilidad.
- Las actividades de aprendizaje se enfocan en el conocimiento conciso y actual.
- La capacidad de discernir es un proceso de aprendizaje, puesto que la persona genera su conocimiento mediante el filtro de información con base en su criterio analítico.

Al mismo tiempo que se desarrollaban investigaciones sobre las teorías pedagógicas, la inclusión de las TIC en el ámbito educativo era más notorio con el tiempo; a esta inclusión en principio fue nombrada por Skinner como tecnificación de la enseñanza, mencionado anteriormente, misma que evoluciono a Tecnología Educativa (TE) al paso de los años, la cual tiene varias acepciones, pero para los fines de esta investigación, se consideró el siguiente: “Tecnología Educativa: en un nuevo y más amplio sentido como el modo sistemático de concebir, aplicar y evaluar el conjunto de procesos de enseñanza y aprendizaje, teniendo en cuenta a la vez los recursos técnicos y



humanos y las interacciones entre ellos, como forma de obtener una más efectiva educación” (UNESCO, 1984).

La Tecnología educativa se ha desarrollado en cinco etapas, según Cabero, 2003 citado por Urias (2015) y Area (2009):

- El inicio de su desarrollo, la formación militar estadounidense en los 40.
- La influencia de los medios audiovisuales y los medios de comunicación masivos aplicados a la educación durante los años 50 y 60.
- La introducción de la psicología conductista en los procesos de enseñanza-aprendizaje; en los años 50 y 60.
- La introducción del enfoque técnico racional aplicado a la educación mediante el diseño y evaluación de la enseñanza durante la década de los 70.
- Los replanteamientos epistemológicos en el campo educativo, dieron origen a una crisis de la perspectiva tecnócrata sobre la enseñanza en los años 80 y 90.
- Las nuevas orientaciones producidas como consecuencia de la introducción de la psicología cognitiva y constructivista, así como el eclecticismo⁴ teórico a principios del siglo XXI.

En conclusión, la Tecnología Educativa, busca la incorporación de recursos y materiales de comunicación para generar mejores resultados en el proceso enseñanza-aprendizaje, y para lograrlo es necesario implementar métodos y técnicas centradas en las características del usuario, mismas que le faciliten lograr un aprendizaje significativo.

⁴ “Adopción, en el juzgar u obrar, de una postura intermedia entre doctrinas o actitudes diversas” (RAE, 2019)



2.2 Estado del arte

Hoy en día, los sistemas web (plataformas o sitios web, esto se define por el número de elementos que se integren al sistema) que fomentan la interacción de todos los involucrados, pueden crear una cultura científica de cualquier tema haciendo que la tecnología esté a su servicio. En este contexto, varias plataformas o sitios web relacionados con hongos se pueden ejemplificar, los cuales algunos de ellos se especializan en algunos aspectos del reino fungí y otros son parte de la temática de la biodiversidad. En México se pueden resaltar algunas de ellas.

La primera “Naturalista” (www.naturalista.mx) es un instrumento de apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje sobre animales y plantas, la cual incluye a los hongos de México y del mundo. El acceso mediante un registro, la falta de información acerca de la zona que propone estudiar este trabajo y la carencia de interacción en el sitio, son los principales problemas que presenta.

Otra plataforma web “Medicina tradicional de la UNAM” (www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx) tiene la función de una biblioteca digital, la cual tiene distintas opciones de búsqueda. Sin embargo, al igual que la plataforma anterior, no hay interactividad de las personas que la usan.

En adición a lo anterior, “Urbe Cultural” (urbecultural.blogspot.mx) es un sitio web que, a diferencia de las anteriores, sí ofrece intercambio de información, pero la gran diversificación en cuestión de flora impide una profundización en el tópico de los hongos.

De la misma forma, “Biodiversidad Mexicana” (www.biodiversidad.gob.mx) es una plataforma del Gobierno de México que se acerca a lo que pretende la presente investigación, habla de la biodiversidad en la flora y fauna, incluyendo a los hongos, siendo interactiva y por consiguiente



socializando el conocimiento tanto tradicional como científico. El problema radica en la escasa información de hongos.

Por otro lado, una plataforma que utiliza la tecnología educativa para generar saberes es FunGe Uva (Fundación General de la Universidad de Valladolid), en ella se encuentran temas como:

- Agroalimentación y recursos naturales.
- Energía, medio ambiente y cambio climático.
- Industria y materiales avanzados.
- Salud y bienestar.
- Tecnologías de la información, comunicación y logística.
- Desarrollo social y cultural.

“Las plataformas de conocimiento de la Universidad de Valladolid son una nueva fórmula que integra la investigación de excelencia y multidisciplinar con el objetivo estratégico de abordar los Retos Sociales propuestos por la Unión Europea para el período 2014-2020” (FunGe Uva, 2014, párr. 1). El inconveniente que presenta este conglomerado de plataformas es su acceso restringido.

En este contexto, plataformas o sitios web utilizados para la educación a distancia⁵, también son un ejemplo para la difusión de la información; algunas muestras de la tecnología al servicio de la culturalización del conocimiento son: Coursera (www.coursera.org), Universidad a distancia de Madrid (www.udima.es), Khan Academy (www.khanacademy.org), Open School from IEBSchool (www.openiebs.com).

⁵ “Es una modalidad educativa que aprovecha las ventajas de las tecnologías de la información para transmitir conocimientos sin condicionar la presencia física del estudiante dentro de un aula, abriendo posibilidades para gente que no puede cambiar de domicilio o atender una escuela en horas laborables” (CIMAT, 2017, párr. 1).



Finalmente, a partir de la revisión de varios sistemas web, se considera la plataforma de formación continua para docentes de la SEP que ejemplifica las deficiencias en estos sistemas, algunos de los problemas principales son: el acceso complicado, una administración deficiente de los cursos, poca o nula interacción entre participantes, escasa planeación de las actividades, así como, la falta de organización y selección de la información; y como consecuencia, causando que el usuario pierda el interés en continuar con los cursos.

En este sentido, al considerar toda la fundamentación presentada, se define la metodología de investigación y de desarrollo de software que se adecúa con más certeza a los objetivos que busca alcanzar el presente estudio, lo cual, se especifica en el siguiente apartado.



3. METODOLOGÍA

La metodología de investigación empleada fue la aplicada, misma que toma como base, problemáticas sociales o del sector productivo, para generar conocimientos aplicables, basándose en hallazgos tecnológicos y conjuntando así teoría y producto (Lozada, 2014), por cual esta metodología resulta idónea para el desarrollo del sistema. El autor mencionado propone tres elementos para este vínculo teórico-práctico:

1. El proceso investigativo inicial consistió en la búsqueda de teorías pedagógicas aplicadas a la tecnología para generar tecnología educativa.
2. Aplicación de teorías pedagógicas al concepto de usabilidad; es decir considerar las características y necesidades del usuario para desarrollar el sistema.
3. El desarrollo del sistema como producto final, mismo que se llevó a cabo utilizando la metodología de desarrollo de software educativo (figura 1), propuesta por Galvis (1997) la cual consiste en cinco etapas: análisis, se atendieron los requerimientos para solucionar el problema en cuestión; diseño, se utilizaron las herramientas (diagramas UML, entidad-relación, de flujo, entre otros) para preparar el desarrollo de la plataforma; desarrollo, con base en el punto anterior comenzó la codificación; pruebas piloto; por último, pruebas de campo.

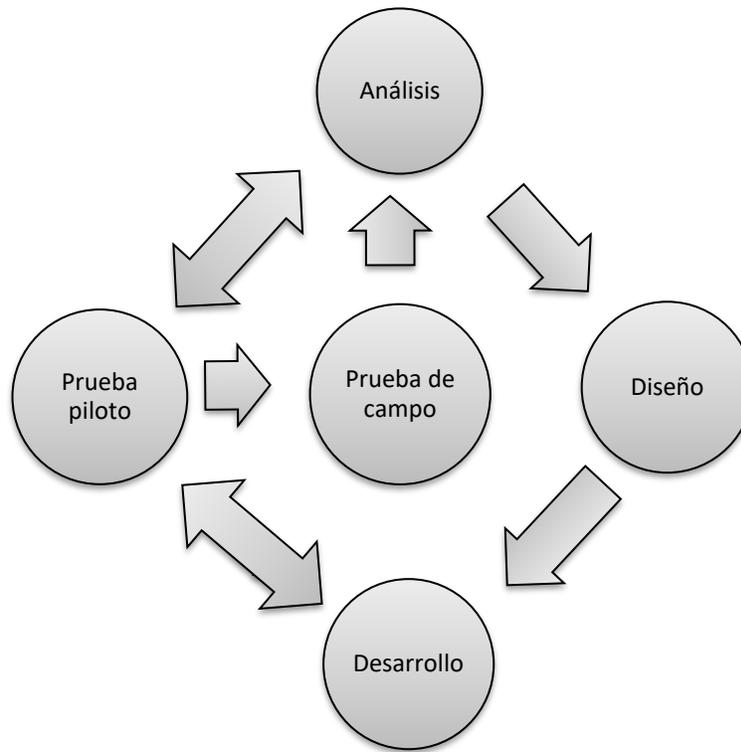


Figura 1. Ingeniería de Software Educativo. (Galvis, 1992).

El desarrollo de estas tres etapas permite la obtención de un sistema útil, que satisface las necesidades identificadas. Con esta metodología se cumplen los estándares requeridos para el desarrollo de tecnología educativa, los progresos obtenidos durante el tiempo de la investigación se muestran en la siguiente sección.



4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

En esta sección se presentan el análisis, diseño, desarrollo, pruebas piloto y pruebas de campo de la plataforma que gestione información sobre hongos. Se explican cada una de las etapas en el proceso de ingeniería de software educativo (Galvis, 1992), de igual modo, su implementación web y la realización de la base de datos.

4.1 Análisis del sistema web

En la primera etapa del desarrollo, se describen las necesidades que requieren ser cubiertas expresadas por el cliente. A continuación, se presenta una transcripción de lo solicitado:

Se solicita la apertura del portal para capturar el proyecto de la "Red de Recursos Fúngicos de la Región Centro de México", donde los beneficiarios o usuarios finales sean alumnos y profesores de educación media superior y superior; innovando en prácticas educativas y de investigación que integran conceptos que permeen en los diferentes proyectos de los cuerpos académicos para impulsar mediante nuevas tecnologías la formación de los estudiantes y docentes de los centros educativos que permita incrementar su capacidad académica y su competitividad a nivel nacional.

Para impulsar la educación media superior. Superior y otros centros escolares mediante el uso pedagógico de nuevas tecnologías de la información y de la comunicación, además de solucionar problemáticas existentes de conectividad y educación a distancia en los sistemas educativos estatales educación media superior y superior de la región centro y así incrementar los índices de calidad y competitividad de los



centros educativos y cuerpos académicos, mejorando la calidad educativa, la matrícula y fortalecer el egreso de los estudiantes en al menos un programa educativo de la red fúngica.

Finalmente, incidir en la mejora de la conectividad de la red de recursos fúngicos, y como consecuencia, incrementar la capacidad de las tecnologías de comunicación e información educativa para incidir en los programas educativos y la dirección de proyectos investigación e innovación.

Con base en lo anterior, y siguiendo el estándar internacional establecido para la Especificación de Requerimientos IEEE830 (Pleeger, 2002), se determinan los siguientes:

- *Ambientales*
 - El sistema web estará almacenado en la nube en un servidor.
- *Usuarios y factores humanos*
 - Los alumnos, profesores y administrador serán los diferentes tipos de usuarios.
 - Los usuarios deben tener conocimientos básicos de computación.
 - El sistema intentará ser amigable con el usuario con navegación intuitiva y diseño atractivo.
- *Funcionalidad*
 - El sistema mostrará información sobre la temática de hongos (noticias, publicaciones, escritos, entre otras).
 - El sistema permitirá el envío de propuestas mediante un formulario que contenga la información mínima para su publicación.



- El sistema considerará equipos de diversos sistemas operativos y navegadores web.
- *Datos*
 - Los datos se obtendrán de las personas que usen el sistema y les interese enviar sus escritos.
 - Los escritos serán almacenados en la BD y analizados por el administrador para determinar si el contenido tiene los estándares para su publicación en el sitio.
- *Seguridad*
 - Los alumnos y profesores consultaran la información del sistema, así como enviar propuestas y descargar publicaciones.
 - El administrador gestionará usuarios y publicaciones, aunado de lo descrito en el punto anterior.
- *Interfaz*
 - Los elementos integrados en la interfaz se implementarán respondiendo a las características de los usuarios finales.

Por otro lado, con el fin de realizar el proyecto con una mayor precisión se define un plan de gestión donde se especifican los diferentes recursos y su elección para el desarrollo del sistema; además, fue importante seleccionar al personal estableciendo las características necesarias para llevar a cabo alguna tarea específica, buscando reclutar sólo personal requerido.

En este contexto, al desarrollar cualquier sistema se deben de considerar los gastos que este puede generar, tomando en cuenta sueldos, y en general, gestiones económicas, se crea una lista de los gastos básicos en un proceso como este, procurando aproximar un cálculo de costos.



Por último, la estimación de riesgos es planteada con base en los errores más frecuentes en este tipo de sistemas, a partir de esto, las soluciones propuestas son las más viables para su aplicación, en consecuencia, se evidencia que cada error puede tener diferentes ocasionadores, pero se toma el común denominador. Para más información ver el anexo A.

.4.2 Diseño del sistema web

Considerando el análisis generado, se diseña el sistema, además de elementos como la base de datos y esquematización de la comunicación entre el cliente y servidor, los cuales se necesitaron para la construcción y especificación del sistema.

Para elaborar el diseño se tomaron en cuenta aspectos de usabilidad⁶ que es una métrica para el desarrollo de los sistemas en tecnología educativa. En primera instancia, la jerarquía del texto fue notoria, esto quiere decir que la distinción de títulos, subtítulos, notas importantes, párrafos, entre otros elementos es la adecuada; además, la estructura del sitio web para la distribución de la información es consistente, se visualiza claramente, por ejemplo: el menú del encabezado, el cuerpo del pie de pág. y así con todos los elementos (Dimuro, 2014).

Posteriormente, el lenguaje utilizado es comprensible sin importar el conocimiento del usuario, en el entendido que esa persona está buscando información especializada sobre el tema presentado. Adicionalmente, se toma en cuenta la relevancia en la distribución de la información con la técnica de la pirámide invertida (figura 2); según Dimuro (2014) y Ortiz (2012) en el primer

⁶ “Medida en la cual un producto puede ser utilizado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción, en un contexto de uso determinado” (Organización Internacional de Normalización (ISO) citada por Dimuro, 2014, pág. 6).

nivel se tiene los textos más importantes donde se responde qué información se presenta; en el segundo nivel es el cuerpo de la información, el cual desarrolla por qué se presenta esta información, representa el anclaje de la atención del usuario; finalmente, el tercer nivel es el para qué se presentan dichos escritos, es información no tan relevante, según esta técnica, pero que complementa lo presentado por la plataforma.

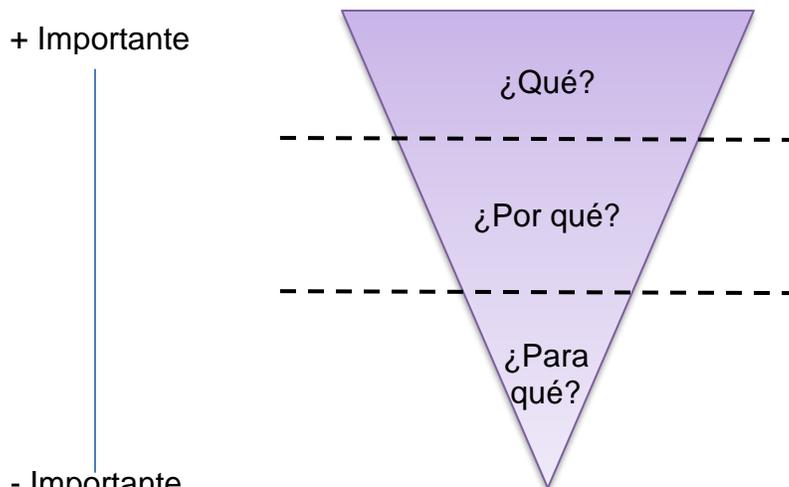


Figura 2. Pirámide Invertida. (Dimuro, 2014).

Por otra parte, la navegación se hará de forma intuitiva⁷ para el usuario, con esto se pretende que el mismo no tenga que aprender cuestiones técnicas y tecnológicas para el manejo o navegabilidad en la plataforma, por esto último, el mapa del sitio será claro en su composición; además de un diseño responsivo⁸

⁷ Es guiar de una manera eficaz a los usuarios por los contenidos de un sitio web de una forma que no le parezca complicada (Dialnet, 2008).

⁸ Es una manera de diseñar y desarrollar, cuyo objetivo es adaptar la apariencia de las páginas web al dispositivo que se esté utilizando (Marcotte, 2011).



hará que el usuario se sienta cómodo independientemente del dispositivo o lugar donde lo esté visualizando.

Otra técnica utilizada es de convenciones, Dimuro (2014) la define como varios estándares no escritos, adquiridos por el uso cotidiano, identificadas por la mayoría de las personas que utilizan un sitio web y con ello las entienden e interpretan usualmente de la misma manera. Esto conlleva a que no sea necesario reeducar al usuario, puesto que no tiene que aprender simbologías o acciones nuevas dentro de la plataforma, sino que ya está familiarizado con las existentes.

Por otra parte, desde el punto de vista técnico, la comunicación cliente-servidor (figura 3) se define como “un modelo para construir sistemas de información, que se sustenta en la idea de repartir el tratamiento de la información y los datos por todo el sistema informático, permitiendo mejorar el rendimiento del sistema global de información” (Orfali, 2002, pág. 2).

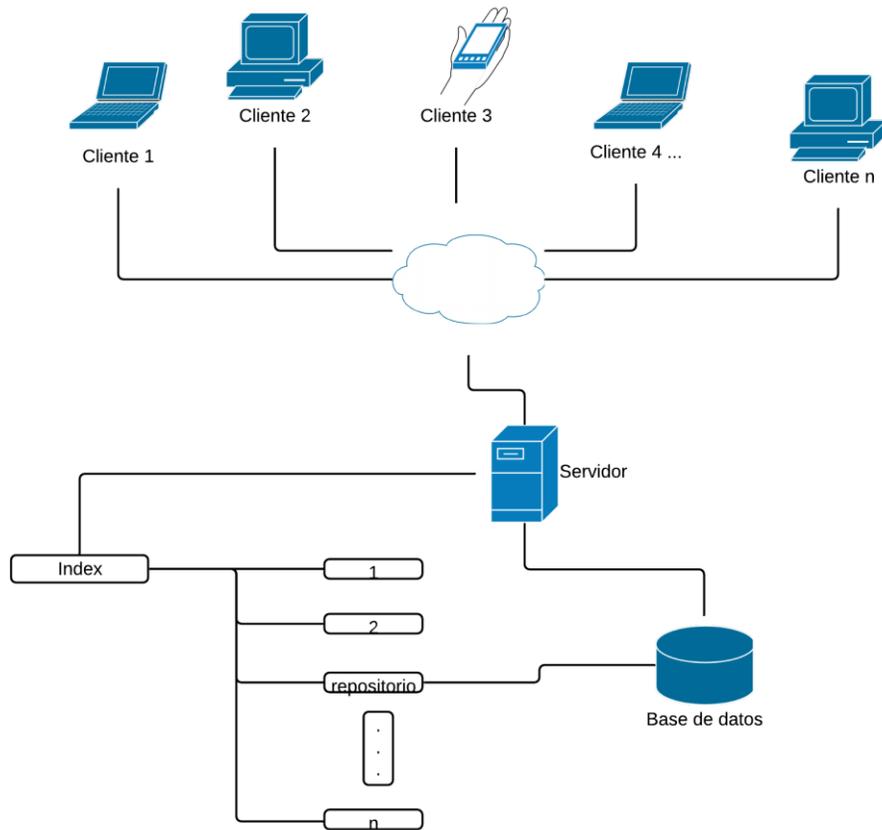


Figura 3. Diagrama de comunicación cliente-servidor.
Elaboración propia.

De igual forma, en la figura 4, se presenta el proceso que realiza el usuario para hacer una petición al repositorio, y este a su vez, ejecuta alguna sentencia de búsqueda hacia la base de datos con los parámetros proporcionados, por último, mostrar los resultados en pantalla.

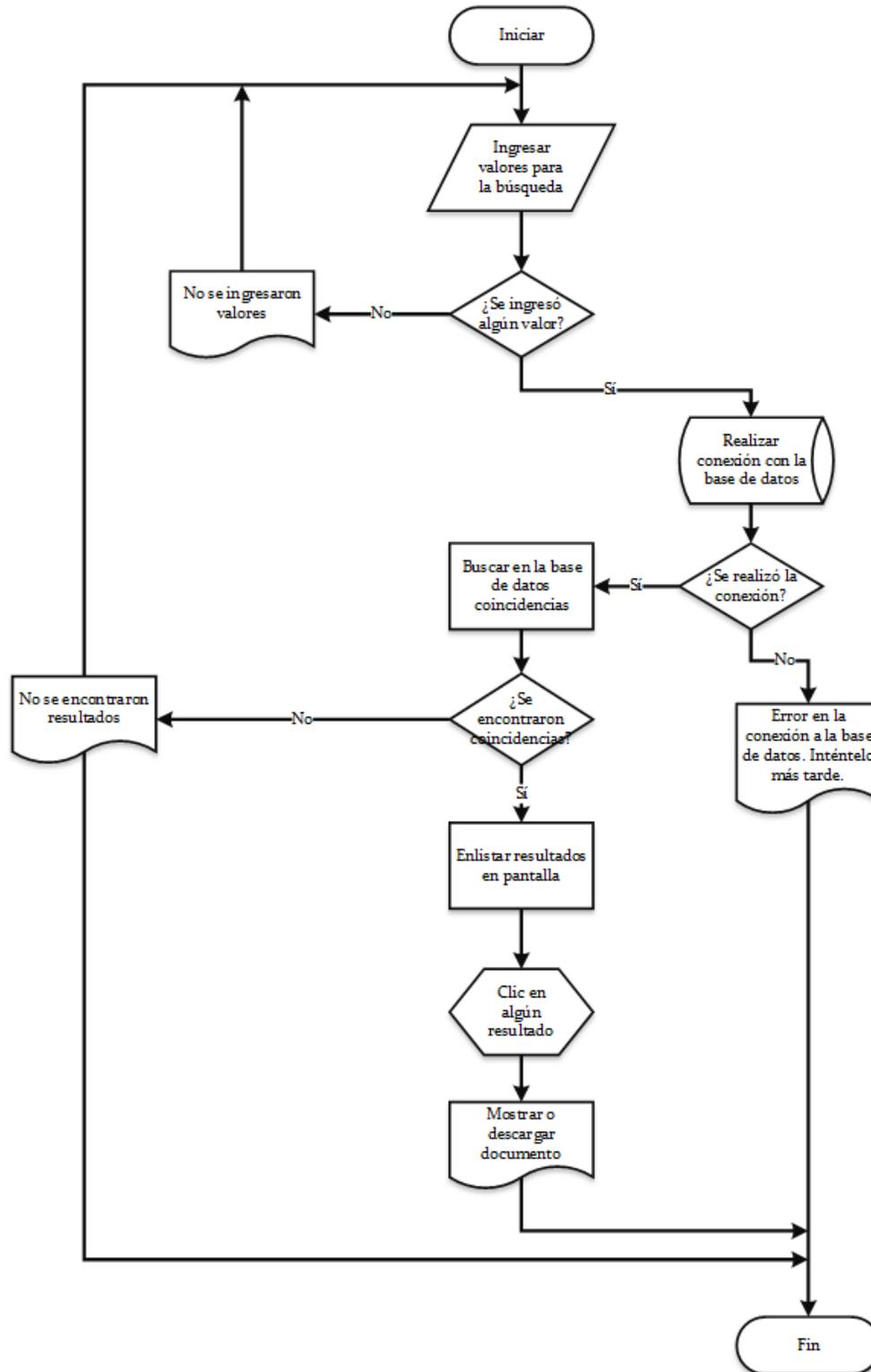


Figura 4. Diagrama de flujo del repositorio. Elaboración propia.



Con base en esto, para presentar las técnicas mencionadas de manera que no sólo sean estructuras, código y demás cosas meramente ingenieriles, se emplean *mockups* que contribuyen a generar un vínculo entre el diseño instruccional⁹ y el desarrollador (Cao, s/f). La dificultad por parte de los desarrolladores para satisfacer las restricciones técnicas que generalmente se suscitan son subsanadas con estos *mockups*, que frecuentemente descifran de manera visual las técnicas educativas que se buscan implementar.

El siguiente *mockup* muestra la consistencia en la estructura de las páginas, por lo cual, el sitio web tendrá la misma distribución. En la figura 5 se muestran cuatro divisiones de la pantalla, la primera es el encabezado el cual contiene el título de la página y el ícono; la segunda división es el contenido, donde se inserta toda la información buscada por el usuario; la tercera es el pie de página donde se ubican las formas de contacto; finalmente, el menú en la parte izquierda de la pantalla. Dimuro (2014) menciona que esta distribución es la idónea para la inserción de componentes de un sitio web y así no saturar al usuario con demasiada información; el autor señala el menú como uno de los aspectos importantes en esta forma de acomodo, se elige ese lugar puesto que las personas pasan 69% del tiempo enfocando la mirada en el lado izquierdo de la página, esto se debe a la forma de escritura de izquierda a derecha. En consecuencia, la atracción empieza por el menú para terminar con el contenido.

⁹ Benítez (2010) lo describe como una guía para sistematizar el proceso enseñanza-aprendizaje, tiene como fundamento una teoría de aprendizaje.

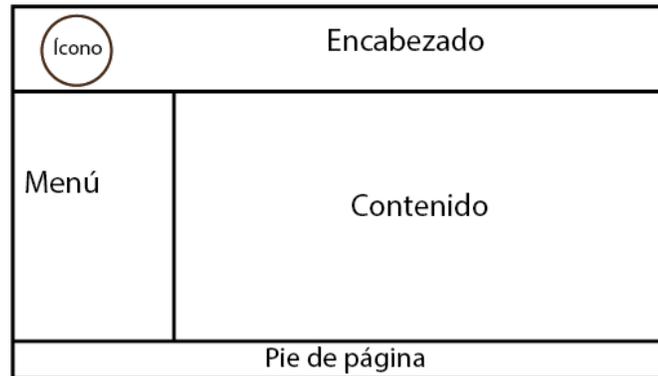


Figura 5. Distribución de la página. Elaboración propia.

El encabezado del sitio utiliza una imagen de calidad alta pero optimizada en el peso que genera, de manera, es de más rápido su carga en línea. Los vínculos del pie de página mandarían al perfil de Facebook (f), Twitter (t) según el icono. El inicio tendrá, en la sección contenido, un banner con las últimas noticias sobre la red (figura 6). La búsqueda de sistemas similares será con G y el ícono de sobre direcciona a la página de contacto.

Lo anterior se mantendrá en todas las páginas del sitio, para conservar (como se mencionó) la consistencia en la navegación del usuario. El menú se quedará visible en todo momento, sólo serán despegables las opciones de cada menú (figuras 7 - 10). Adicionalmente, la página -propuestas- tendrá un formulario con datos necesarios para la posible publicación de escritos (figura 11).

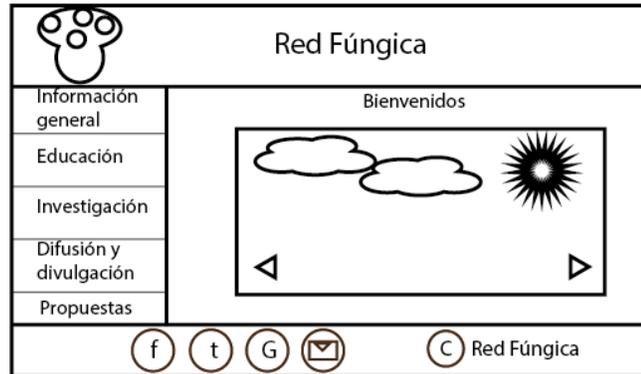


Figura 6. Página Inicio. Elaboración propia.

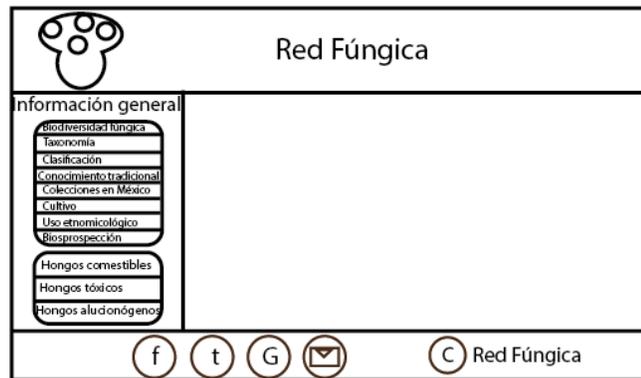


Figura 7. Elementos del menú de información general. Elaboración propia.

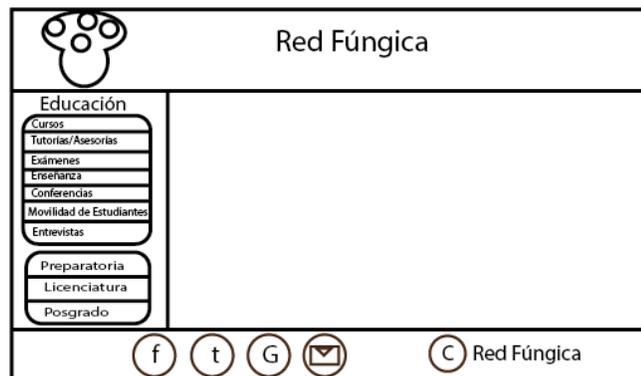


Figura 8. Elementos del menú de educación. Elaboración propia.

		Red Fúngica	
Investigación			
<ul style="list-style-type: none">Proyectos por CAMovilidad de profesoresConferenciasReuniones académicasSimposiosCongresos anualesConferenciasVisitasEstanciasRecursos humanos			
		f t G  C Red Fúngica	

Figura 9. Elementos del menú de investigación. Elaboración propia.

		Red Fúngica	
Difusión y divulgación			
<ul style="list-style-type: none">ConferenciasRepositorioConferencias e invitadosTutoríasSalidas de campoProyectos comunitarios			
		f t G  C Red Fúngica	

Figura 10. Elementos del menú de difusión y divulgación. Elaboración propia.

		Red Fúngica	
Información general		Propuestas	
Educación		Nombre: <input type="text"/>	
Investigación		Correo electrónico: <input type="text"/>	
Difusión y divulgación		Mensaje: <input type="text"/>	
Propuestas		<input type="button" value="Enviar"/>	
		f t G  C Red Fúngica	

Figura 11. Página de propuestas. Elaboración propia.

En la versión móvil habrá cambios respectivos para la adaptación a un celular, se muestra en las siguientes imágenes (figuras 12-21). Se mantendrá un equilibrio de la distribución de la pantalla al igual que en la versión de escritorio, siendo el menú despegable todo el tiempo, con una barra visible que indique que ahí está.

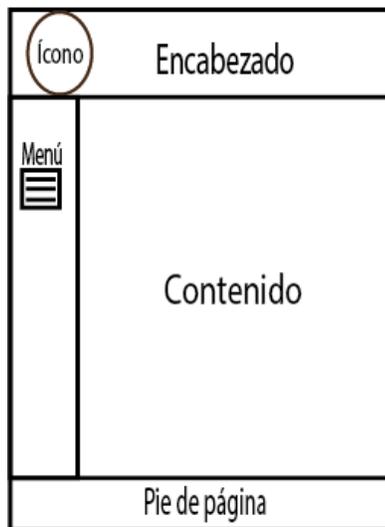


Figura 12. Distribución de la página en móviles.
Elaboración propia.

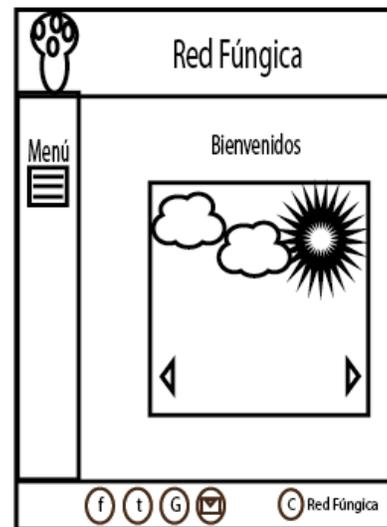


Figura 13. Página de inicio móvil. Elaboración propia.

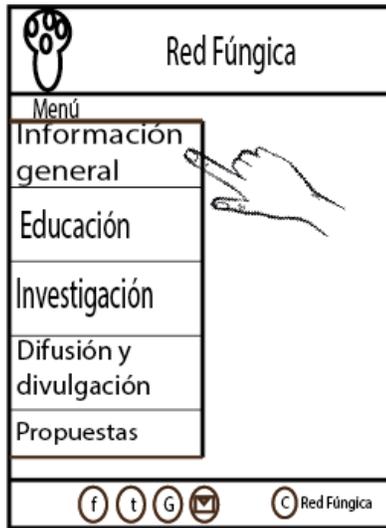


Figura 14. Menú desplegable en móvil.
Elaboración propia.

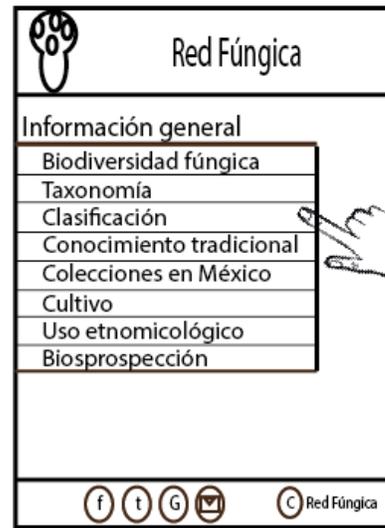


Figura 15. Elementos del menú información general en móvil. Elaboración propia.

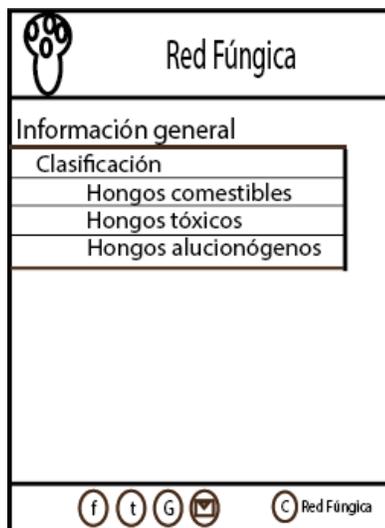


Figura 16. Elementos del submenú clasificación en móvil. Elaboración propia.

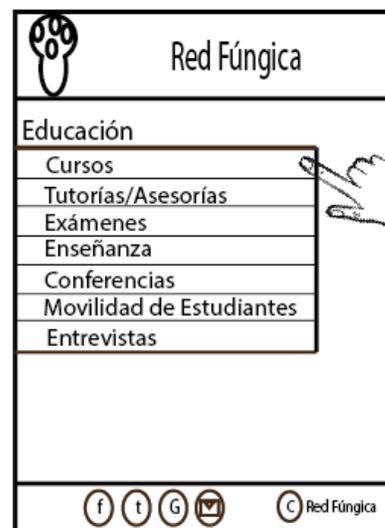


Figura 17. Elementos del menú educación en móvil.
Elaboración propia.

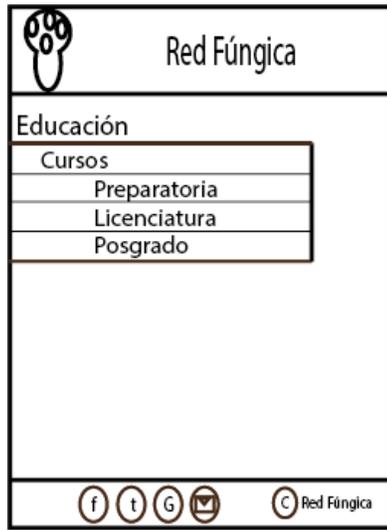


Figura 18. Elementos del submenú cursos en móvil. Elaboración propia.

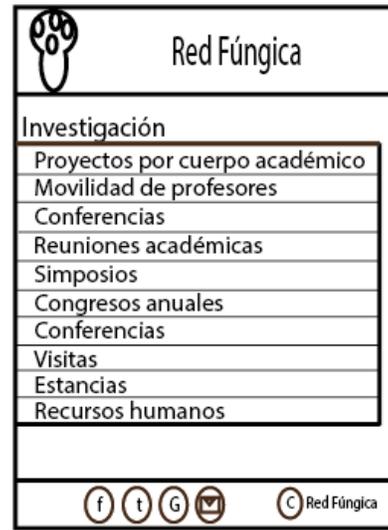


Figura 19. Elementos del menú investigación en móvil. Elaboración propia.

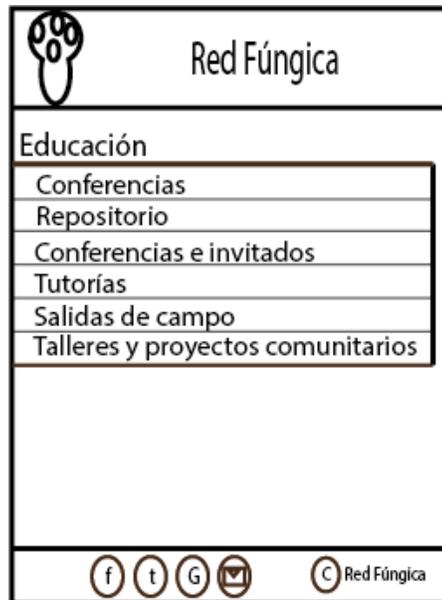


Figura 20. Elementos del menú educación en móvil. Elaboración propia.

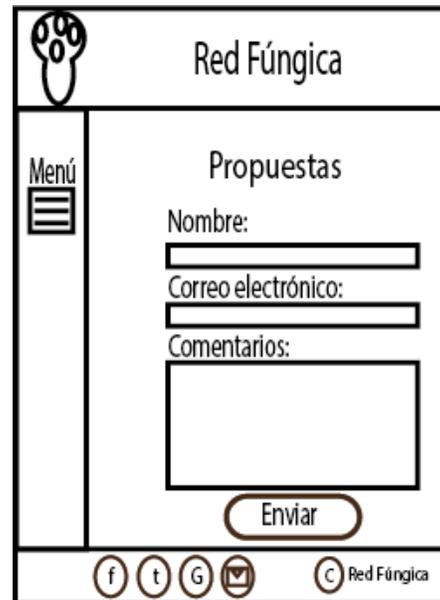


Figura 21. Página de envío de propuestas en móvil. Elaboración propia.



Como resultado, en la figura 22, se presenta el mapa del sitio en el cual se aprecian todas las páginas que serán parte del sitio web. Se tiene un índice, cuatro categorías principales y 34 que contienen varias secciones referentes a estos temas.

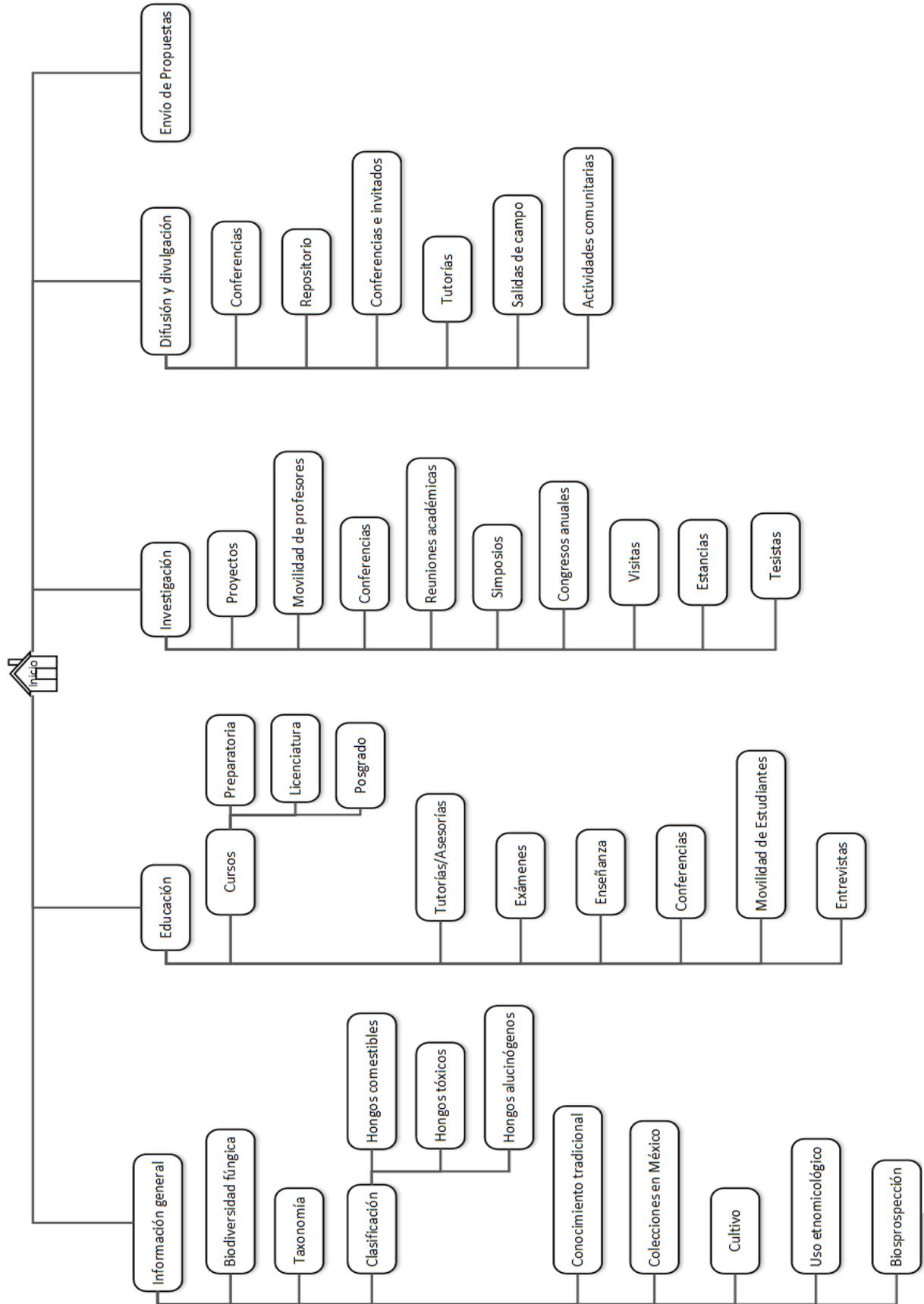


Figura 22. Mapa del sitio web. Elaboración propia.

4.3 Desarrollo del sistema web

Con base en el diseño, en esta etapa se implementan y explican los componentes del sistema web. Se desarrolló mediante varios estándares, tales como: HTML5 para la creación de las páginas, CSS y Bootstrap para generar estilos en todos los componentes del sistema, PHP que sirvió para la comunicación hacia la base de datos, JavaScript con el cual se generaron algunos métodos para el funcionamiento de algunos componentes, entre otros.

En primera instancia, el menú y sus opciones se implementaron del lado izquierdo; cabe resaltar, que en esta característica no se mezclan los segmentos de la distribución de la página (figura 23). Esto con el fin de aprovechar el tiempo donde mayormente se está enfocando el usuario, derivando en un menú no invasivo en la información que se desea presentar (figura 24).

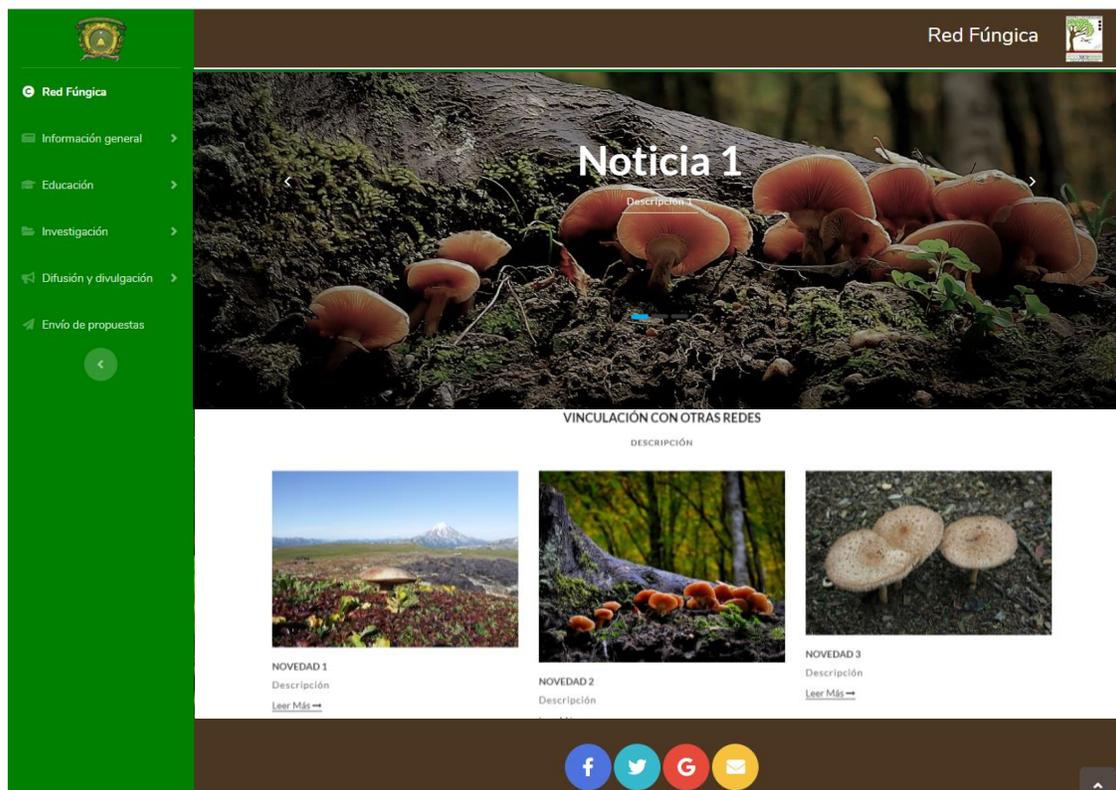


Figura 23. Página web de inicio. Elaboración propia.

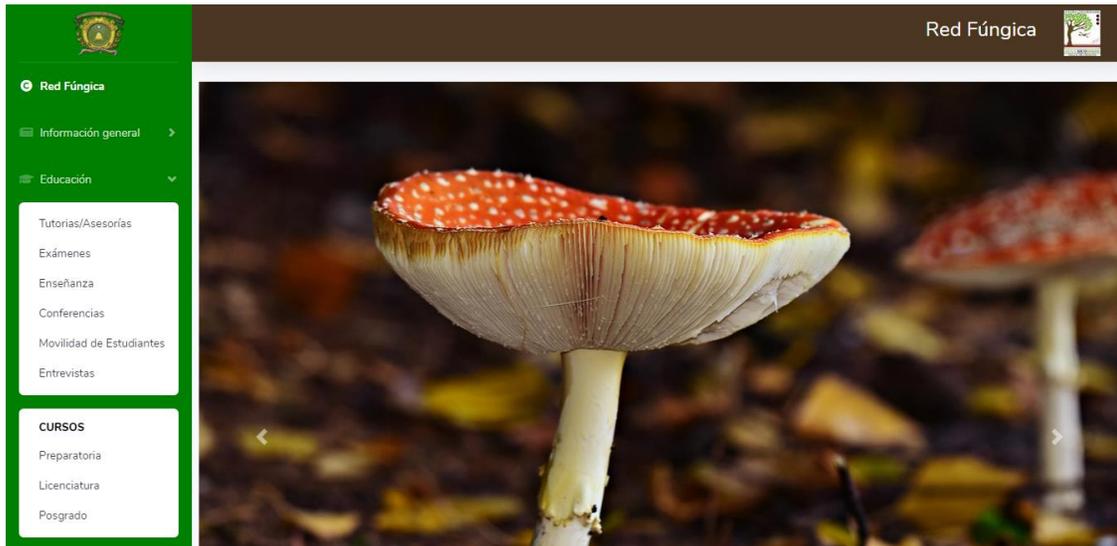


Figura 24. Elementos desplegables del menú educación. Elaboración propia.

Por otro lado, si existe el inconveniente que el menú se despliegue de esa manera, se agrega la opción de contraer el menú (figura 25) y mostrar los apartados de manera flotante (figura 26). En este sentido, se aprovechan dos características: considerar la opinión del usuario, haciendo la experiencia de uso personal, y utilizar su focalización como beneficio, generando un rango más amplio de atención en la información y minimizando el menú para que resulte poco relevante en ese momento.

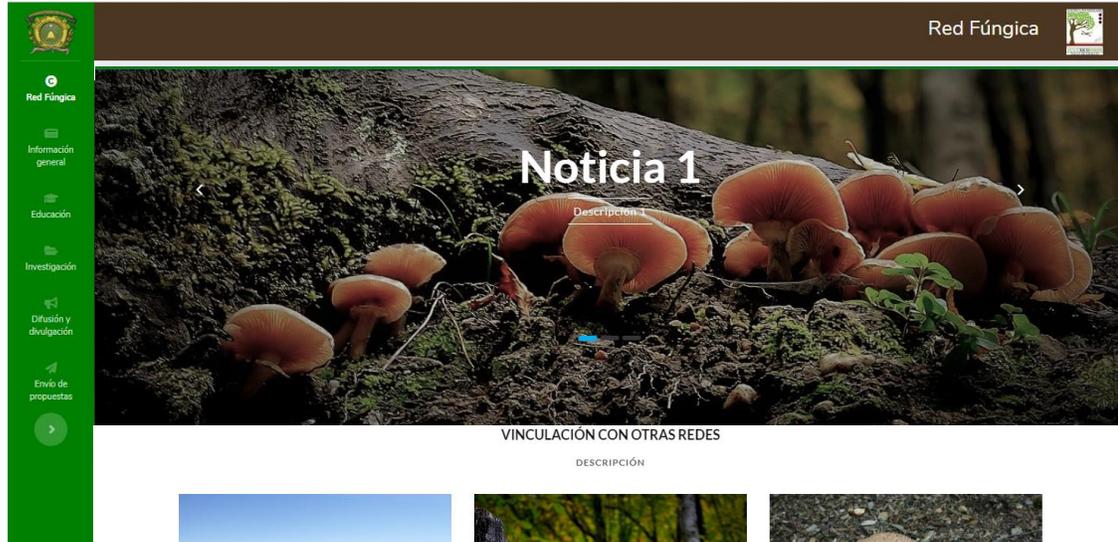


Figura 25. Dinamismo en el menú. Elaboración propia.

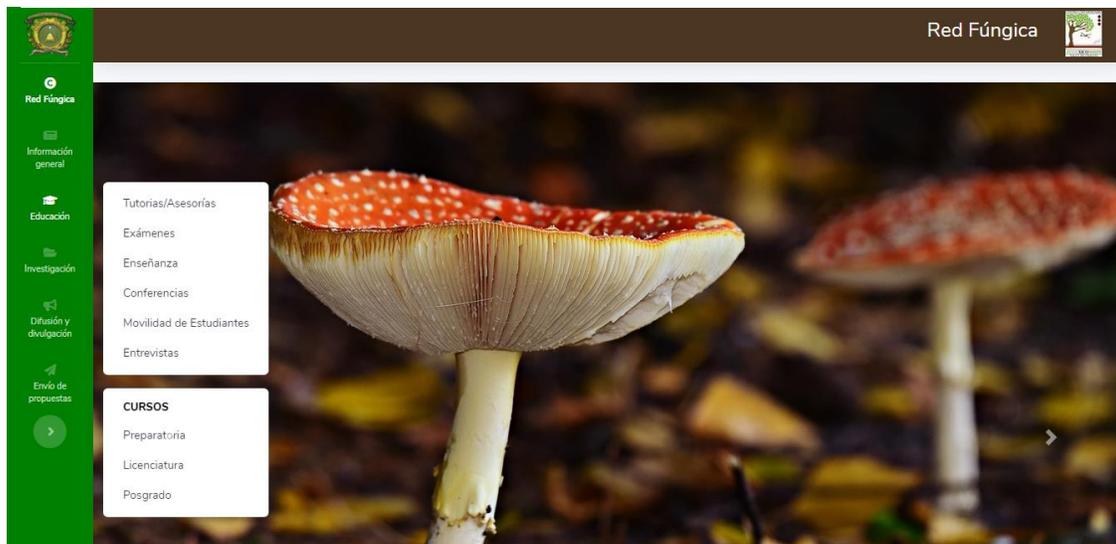


Figura 26. Menú flotante. Elaboración propia.



De la misma forma y utilizando fundamentos pedagógicos de las teorías de Jean Piaget y Lev Vygostky (en particular los conceptos de puentes cognitivos o andamiajes y zona de desarrollo próximo), se genera el apartado repositorio, el cual presenta nuevas formas de búsqueda considerando elementos familiares para el usuario y utilizando los mismos como vínculos entre el conocimiento base y el nuevo, este apartado tiene las siguientes características:

- Se presenta un buscador dinámico que encuentra en tiempo real las coincidencias, con base en los criterios proporcionados (figura 27).
- Los filtros para la búsqueda usan términos comprensibles para el usuario, el mismo podrá llenar más de un campo si requiere una búsqueda más precisa, o sólo un campo, para coincidencias con el dato que recuerda o quiere buscar (figura 28).

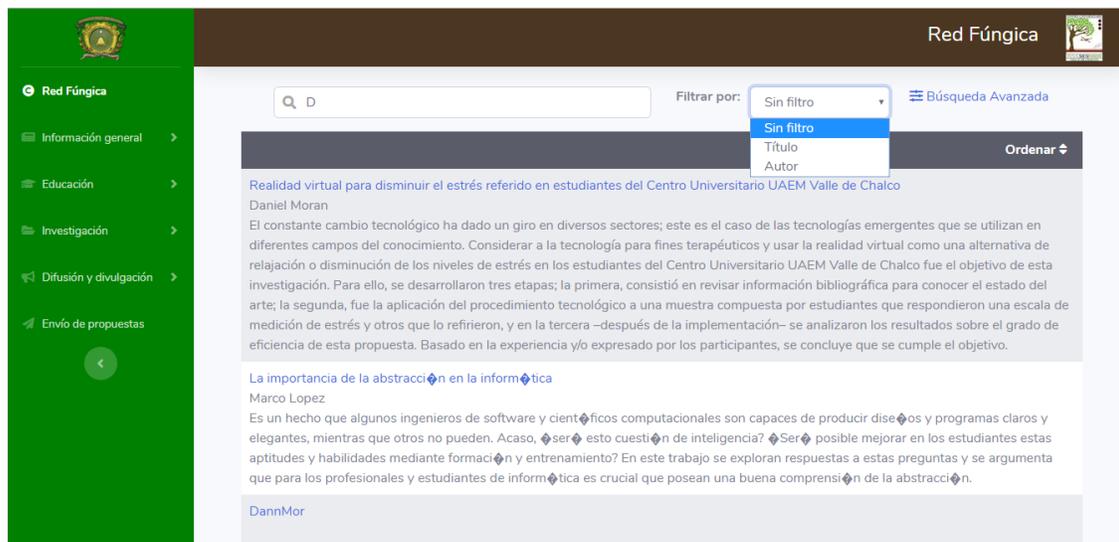


Figura 27. Búsqueda en el repositorio. Elaboración propia.

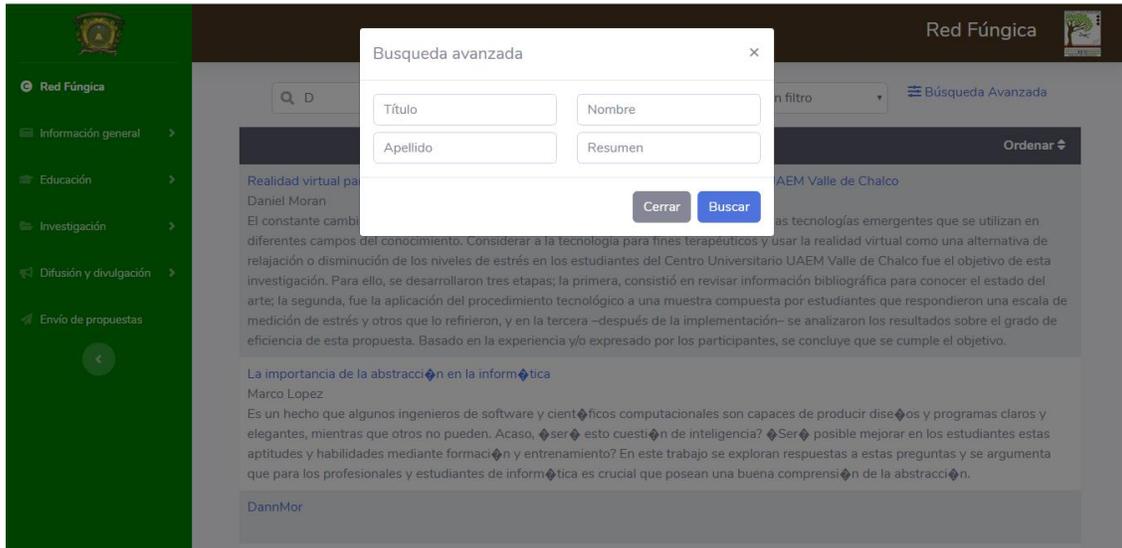


Figura 28. Búsqueda avanzada en el repositorio. Elaboración propia.

Finalmente, se presenta la página de propuestas, misma donde se adjuntarán los escritos y datos relevantes (figura 29). Además, se muestra la visualización en dispositivos móviles, resaltando las mismas características y funciones que en la versión de escritorios (figuras 30 - 33).

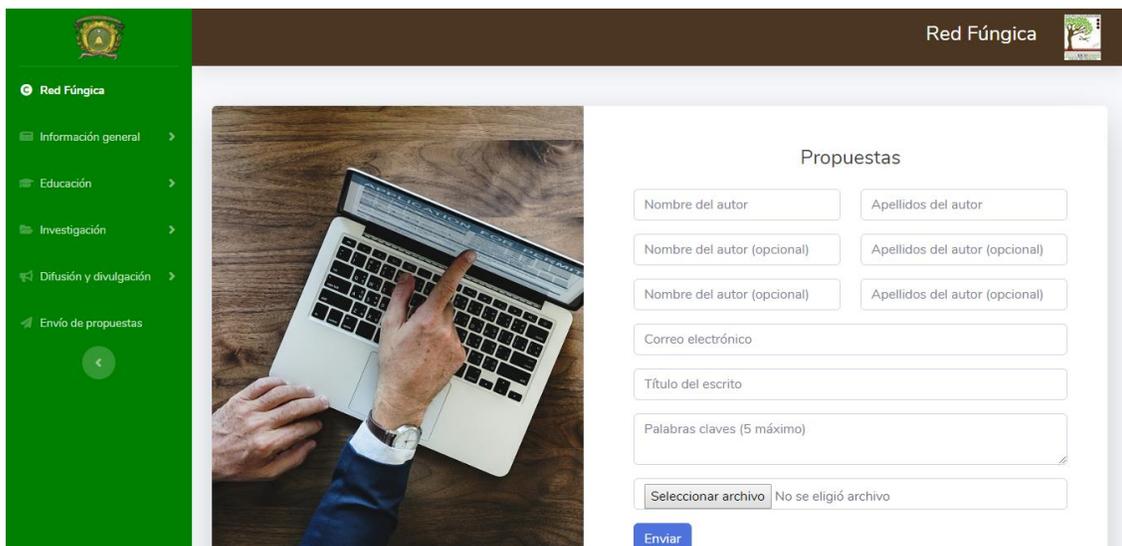


Figura 29. Página web de envío de propuestas. Elaboración propia.



Figura 30. Página inicio en móvil. Elaboración propia.

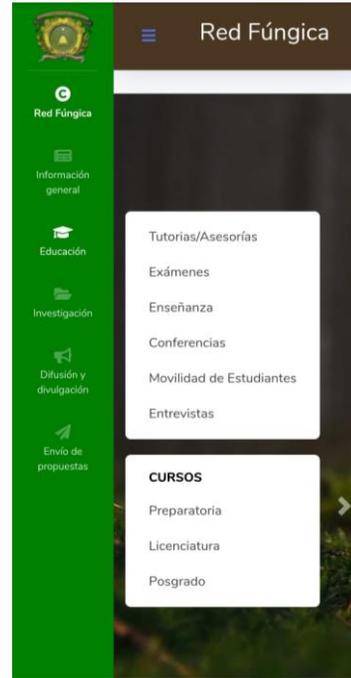


Figura 31. Menú flotante en móvil. Elaboración propia.



Figura 32. Repositorio en móvil. Elaboración propia.



Figura 33. Envío de propuestas en móvil. Elaboración propia.



Para evitar que el sistema presenta tuviera problemas con el uso, especialmente en el repositorio, fue importante generar un proceso de desarrollo de la base de datos implementado todas las etapas de ciclo de vida. En el siguiente punto se especifican cuales fueron.

4.3.1 Base de datos del sistema web

Esta sección se presenta el análisis, diseño e implementación de la base de datos que servirá para poner en funcionamiento el módulo que se denominará en este apartado como “repositorio” de una plataforma de interconexión. Se explica el fundamento para la existencia de cada entidad y los atributos de estas, de igual modo, su implementación en lenguaje SQL, mediante el software MySQL. Finalmente, se expresan con álgebra relacional las principales consultas que puede realizar el usuario.

a) *Análisis*

Con base en los requerimientos del sistema, la creación de una base de datos (BD) soluciona las siguientes necesidades:

- Facilitar al usuario la búsqueda de información; debido a que el orden y la clasificación que ofrece la estructura de una BD permitirá acceder a los recursos de manera eficaz. De la misma manera, personalizar la exploración según las necesidades del usuario, en el entendido que podrá realizarlas por medio de palabras o campos específicos.
- Guardar investigaciones académicas de una temática semejante en el mismo lugar (aludiendo a la base de datos), permitiendo al usuario tener una visión más amplia de un tema y construir conocimiento.
- Difundir las investigaciones de los autores, además de enriquecer las mismas con la información de las ya almacenadas.



A partir de lo mencionado se especifican los siguientes requerimientos:

- *Ambiente de implementación*
 - La base de datos estará implementada en una computadora, misma que será el servidor del sistema.
 - El cliente tiene la necesidad de almacenar PDF como formato de las obras¹⁰.
 - El cliente no visualiza un crecimiento exponencial de la información a futuro, por lo cual se recomienda MySQL como el gestor de base de datos a utilizar.
- *Usuarios y factores humanos*
 - El uso de la base de datos tendrá tres roles de usuarios que serán: autor, colaborador y administrador.
 - El autor y colaborador sólo tendrá la posibilidad de registrarse y adjuntar sus obras con los datos que corresponden.
 - El administrador tendrá el control de todo; por ejemplo, modificar datos de las obras y de los autores, aceptar o rechazar obras y autores.
- *Funcionalidad*
 - La base de datos almacenará obras, usuarios y peticiones.
 - Los datos de las obras serán obtenidos del autor o colaborador.
 - Las obras serán sometidas al visto bueno del líder de la red.
 - En la base de datos habrá una función que cambiará el estado de la obra, después de que el líder de la red revise la obra y dé un dictamen positivo de su revisión, cambiará de pendiente ha aceptado; en caso contrario, se eliminará de la base de datos.

¹⁰ Tesis, tesinas, artículos, capítulos de libros, entre otros trabajos redactados.



- *Seguridad*
 - El administrador será el encargado de la gestión de los datos. Podrá realizar después de inicio de sesión, el sistema solicitará un nombre de usuario y contraseña.

b) Diseño

- *Modelo entidad-relación*

Con base en lo anterior, se hizo una abstracción de la información, y como resultado se realizó el siguiente diagrama entidad-relación que se muestra en la figura 34.

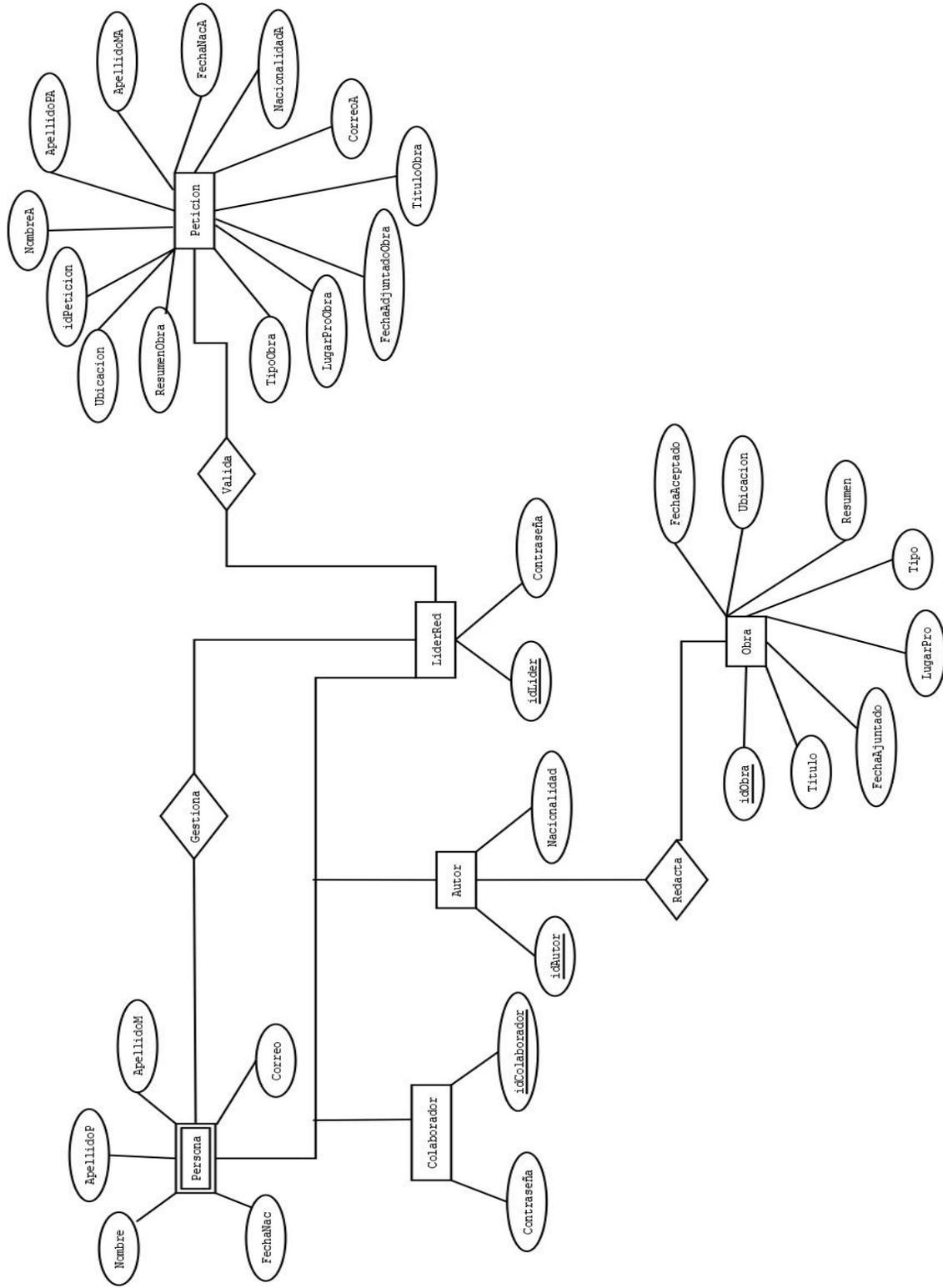


Figura 34. Diagrama entidad-relación. Elaboración propia.



- *Entidades*

Las entidades¹¹ que se requieren a partir del modelo entidad-relación son las siguientes:

- Petición: en esta se recibirá datos del autor y de la obra a validar por la administración. Sus atributos son:
 - Identificador de la petición; nombre, apellido paterno, apellido materno, fecha de nacimiento, correo y nacionalidad del autor; título, fecha cuando se realizó la solicitud, lugar de procedencia, tipo, resumen y ubicación de la obra.
- Administrador: será que gestione la base de datos, cuyos atributos¹² son:
 - Identificador, contraseña.
- Colaborador: serán usuarios que abastecerán la información de la base de datos. Sus atributos son:
 - Identificador, contraseña.
- Autor: serán aquellos usuarios que tengan investigaciones en el sistema, cuyos atributos son:
 - Identificador, nacionalidad.
- Persona (entidad débil): será una generalización de los usuarios. Sus atributos son:
 - Nombre, apellido paterno, apellido materno, fecha de nacimiento, correo.

¹¹ Objeto exclusivo único en el mundo real que se está controlando.

¹² Propiedad o característica de la entidad.



- Obra: almacenará las investigaciones. Con las siguientes características:
 - Identificador, título, fecha cuando se subió, lugar procedencia, tipo, resumen, fecha de aceptación, ubicación.

Lo anterior demuestra entidades innecesarias, redundancia en algunos atributos, y por consecuente, en los datos. En primera instancia, la entidad Administrador, siendo la parte que gestiona los datos, no tiene diferencia alguna con la de colaborador, por lo tanto, se evidencia que ambas entidades están al mismo nivel, en este sentido, no hay razón para que se realicen por separado; sin embargo, siendo el rol diferente, éste será cumplido por la función existente para la administración del sistema gestor de base de datos (SGBD); por lo tanto, el inicio de sesión será sustituido por el del SGBD. Adicional a lo mencionado, se manifiesta que autor ratifica su existencia por el atributo nacionalidad, de manera que, la generalización de persona no tiene sentido. Como resultado, sólo se ve necesaria la creación de una entidad llamada autor, con los siguientes atributos y dominios¹³:

- Identificador: RFC.
- Nombre: nombres de personas.
- Apellido Paterno: apellidos de personas.
- Apellido Materno: apellidos de personas.
- Fecha de Nacimiento: fecha.
- Correo: dirección de algún servidor de mensajería electrónica.
- Nacionalidad: que pertenezca a algún país.
- Estatus: activo, inactivo.
- Ubicación: dirección en donde se almacenó el archivo.

¹³ Conjunto de valores permitidos para un atributo. Los valores deben ser del mismo tipo.



Por otra parte, la entidad petición tiene los mismos atributos que las entidades autor y obra, esto provoca redundancia en la información. Complementario a esto, petición depende de la validación de la administración, de tal forma que, con un atributo llamado estatus cuyo dominio sea: activo e inactivo, en ambas entidades (autor y obra), se denota que no hay razón para su creación. Por consiguiente, se justifica la existencia de la entidad obra, con los siguientes atributos:

- Identificador: número auto incrementable.
- Título: conjunto de palabras la cuales se relacionen con la investigación.
- Fecha en que se adjuntó: fecha.
- Lugar de procedencia: estado, país.
- Fecha en que se aceptó: fecha.
- Tipo: tesis, tesina, entre otros.
- Resumen: escrito que contenga lo más relevante de la investigación.
- Estatus: activo e inactivo.

De tal modo, con base en el análisis anterior, el modelo relacional resultante presenta la reducción de entidades, agregando y eliminando atributos de las entidades eliminadas (figura 35).

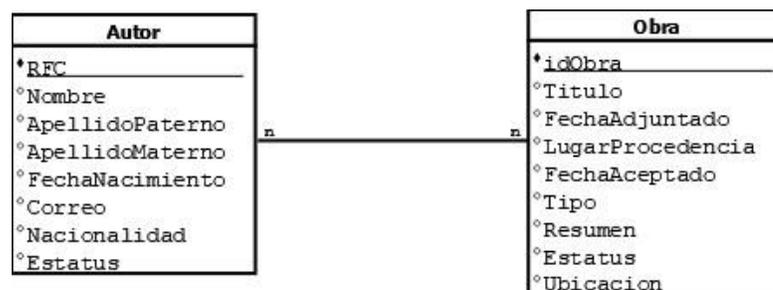


Figura 35. Modelado resultante. Elaboración propia.



Se le aplicará la normalización de bases de datos al modelo anterior. Esta normalización consiste en designar y aplicar diversas reglas, dependiendo si es la primera, segunda o tercera forma normal; con esto, se evita la redundancia y protege la integridad de datos, además de disminuir los problemas de actualización de los datos en las tablas. A este proceso se le denomina normalización, a continuación, se especifica este:

- *Primera forma normal (1FN)*

En esta forma se asegura que todos los datos sean atómicos, es decir, que sean el mismo tipo de datos y no haya ambigüedad en el dominio. El modelo relacional de la figura anterior, ya cumple con esta condición, de modo que está en su primera forma normal.

- *Segunda forma normal (2FN)*

Con este método se asegura que se encuentre en primera forma normal. Además, todos los datos tienen dependencia funcional completa con la llave primaria. El modelo relacional de la figura 35 no cumple con estas condiciones, por estas razones, se realiza nuevamente una normalización a su segunda forma (figura 36).

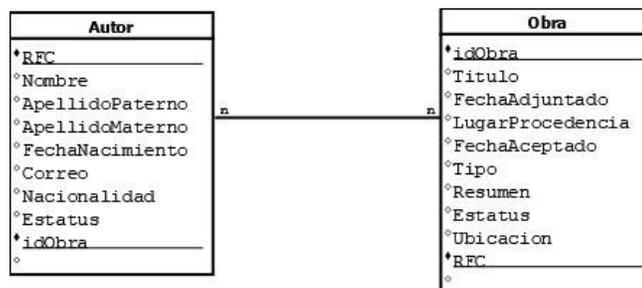


Figura 36. Modelo relacional (2FN). Elaboración propia.

- Tercera forma normal (3FN)

En esta forma se asegura que se encuentre en primera y segunda forma normal. Además, todos los datos no tienen dependencia funcional transitiva con la llave primaria. El modelo relacional de la figura anterior no cumple con estas condiciones, por estas razones, se realiza nuevamente una normalización a su tercera forma (figura 37).

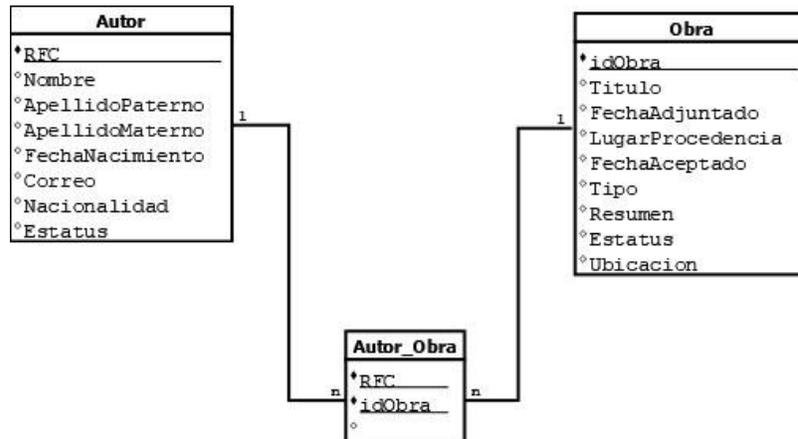


Figura 37. Modelo relacional (3FN). Elaboración propia.

La figura 38 es el resultado de su normalización, incorporando la especificación de entidades, atributos y dominio.

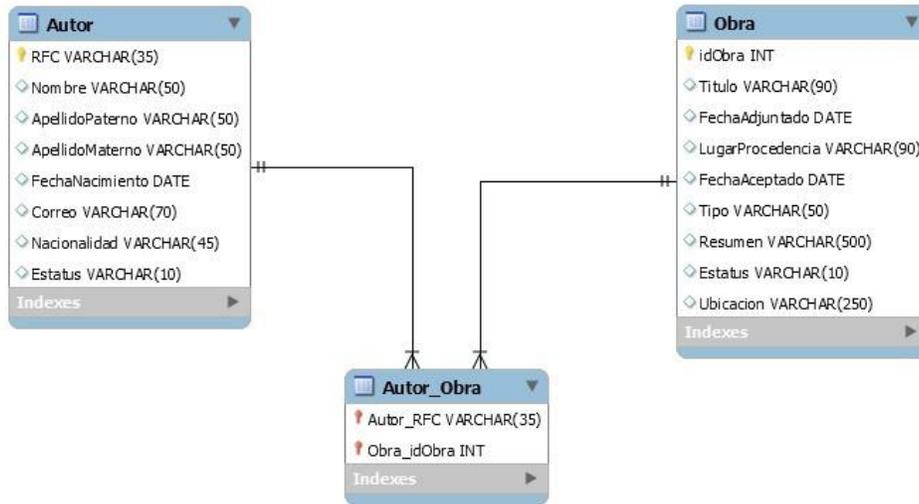


Figura 38. Modelo relacional con especificaciones. Elaboración propia.

c) Implementación

En este apartado se desarrolla la parte técnica de la base de datos, esto quiere decir, se muestra la codificación de la BD en MySQL (figura 39); así como funciones necesarias para el funcionamiento del sistema, de esta manera, se facilita su uso.

```
-- DATABASE RedFungica
-----
CREATE DATABASE RedFungica;

USE RedFungica;

-----
-- Table Autor
-----
CREATE TABLE Autor (
  RFC VARCHAR(35) NOT NULL,
  Nombre VARCHAR(50),
  ApellidoPaterno VARCHAR(50),
  ApellidoMaterno VARCHAR(50),
  FechaNacimiento DATE,
  Correo VARCHAR(70),
  Nacionalidad VARCHAR(45),
  Estatus VARCHAR(10),
  PRIMARY KEY (RFC));

-----
-- Table Obra
-----
CREATE TABLE Obra (
  idObra INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  Titulo VARCHAR(90),
  FechaAdjuntado DATE,
  LugarProcedencia VARCHAR(90),
  FechaAceptado DATE,
  Tipo VARCHAR(50),
  Resumen VARCHAR(500),
  Estatus VARCHAR(10),
  Ubicacion VARCHAR(250),
  PRIMARY KEY (idObra));

-----
-- Table Autor_Obra
-----
CREATE TABLE Autor_Obra (
  Autor_RFC VARCHAR(35) NOT NULL,
  Obra_idObra INT NOT NULL,
  PRIMARY KEY (Autor_RFC, Obra_idObra),
  FOREIGN KEY (Autor_RFC) REFERENCES Autor (RFC) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE,
  FOREIGN KEY (Obra_idObra) REFERENCES Obra (idObra) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE);
```

Figura 39. Creación de la BD y tablas. Elaboración propia.

De la igual manera, se generan varios procedimientos con las funciones que se deben cumplir en el sistema. En primer lugar, se crea un procedimiento para asociar los autores con sus obras (figura 40), en caso de que no existan los registros, se crearán y mandará un aviso para completar los registros en las tablas correspondientes (autor u obra).



```
CREATE PROCEDURE insertAutor_Obra(pAutor_RFC VARCHAR(35), pObra_idObra INT)
BEGIN
DECLARE var VARCHAR(35) DEFAULT NULL;
DECLARE var1 INT DEFAULT NULL;
SELECT RFC INTO var FROM Autor WHERE RFC = pAutor_RFC;
IF (var IS NULL) THEN
    INSERT INTO Autor(RFC) values (pAutor_RFC);
    SELECT 'Completa el registro del autor con la instrucción call completaautor()';
    SELECT idObra INTO var1 FROM Obra WHERE idObra = pObra_idObra;
    IF (var1 IS NULL) THEN
        INSERT INTO Obra(idObra) values (pObra_idObra);
        SELECT 'Completa el registro de la obra con la instrucción call completaobra()';
    END IF;
END IF;
INSERT INTO Autor_Obra(Autor_RFC, Obra_idObra) values (pAutor_RFC , pObra_idObra);
END;
```

Figura 40. Inserción de datos en tabla puente. Elaboración propia.

Asimismo, se crean dos procedimientos para la inserción de los datos para completar el registro correspondiente. No cambia el orden de los atributos, con la finalidad de no confundir a los usuarios; estas actualizaciones de los registros se realizan en la tabla autor (figura 41) y obra (figura 42).

```
CREATE PROCEDURE completaautor(pRFC VARCHAR(35), pNombre VARCHAR(50),
pApellidoPaterno VARCHAR(50),
pApellidoMaterno VARCHAR(50),
pFechaNacimiento DATE,
pCorreo VARCHAR(70),
pNacionalidad VARCHAR(45),
pEstatus VARCHAR(10))
BEGIN
    UPDATE autor SET Nombre=pNombre, ApellidoPaterno=pApellidoPaterno,
ApellidoMaterno=pApellidoMaterno, FechaNacimiento=pFechaNacimiento,
Correo=pCorreo, Nacionalidad=pNacionalidad, Estatus=pEstatus
    WHERE RFC = pRFC;
END;
```

Figura 41. Actualización del registro autor. Elaboración propia.



```
CREATE PROCEDURE completaobra(pidObra INT, pTitulo VARCHAR(90),
pFechaAdjuntado DATE,
pLugarProcedencia VARCHAR(90),
pFechaAceptado DATE,
pTipo VARCHAR(50),
pResumen VARCHAR(500),
pEstatus VARCHAR(10),
pUbicacion VARCHAR(250))
BEGIN
    UPDATE Obra SET Titulo=pTitulo, FechaAdjuntado=pFechaAdjuntado,
    LugarProcedencia=pLugarProcedencia, FechaAceptado=pFechaAceptado,
    Tipo=pTipo, Resumen=pResumen, Estatus=pEstatus, Ubicacion=pUbicacion
    WHERE idObra = pidObra;
END;
```

Figura 42. Actualización del registro obra. Elaboración propia.

Finalmente, el administrador necesita validar a los autores y las obras, esto se hará por medio del atributo estatus. Cuando se registra un autor o una obra, el campo estatus tendrá el valor de “Inactivo”, el administrador mediante una respuesta “Yes” cambiará ese valor a “Activo”; por otro lado, con una respuesta “No” se eliminará el registro. Estas modificaciones se realizan en la tabla autor (figura 43) y obra (figura 44).

```
CREATE PROCEDURE estatusautor(pRFC VARCHAR(35),pRespuesta VARCHAR(3))
BEGIN
    IF (pRespuesta='Yes') THEN
        UPDATE autor SET Estatus='Activo' WHERE RFC = pRFC;
    ELSEIF(pRespuesta='No') THEN
        DELETE FROM autor WHERE RFC = pRFC;
    END IF;
END;
```

Figura 43. Validación del autor. Elaboración propia.



```
CREATE PROCEDURE estatusobra(pidObra INT, pRespuesta VARCHAR(3))
BEGIN
IF (pRespuesta='Yes') THEN
    UPDATE obra SET Estatus='Activo' WHERE idObra = pidObra;
ELSEIF (pRespuesta='No') THEN
    DELETE FROM obra WHERE idObra = pRFC;
END IF;
END;
```

Figura 44. Validación de la obra. Elaboración propia.

- *Peticiones del usuario*

Conforme a los requerimientos, se hace un listado de las instrucciones más comunes o importantes que pueden ser ejecutadas por el usuario, estas son representadas en álgebra relacional. A continuación, se muestran algunos ejemplos a utilizar por el usuario.

Buscar obras a través de sus atributos:

- Listar todas las obras:
 - Π (Título) Obra
- Buscar por título:
 - Π (Título) σ (Titulo="X") Obra
- Buscar por resumen (palabras claves):
 - Π (Título) σ (Resumen="X") Obra



Buscar un autor por cualquiera de sus atributos, ejemplos:

- Listar todos los autores:
 - Π (Nombre) Autor
- Buscar por nombre:
 - Π (Nombre) σ (Nombre="X") Autor
- Buscar por apellido:
 - Π (Nombre) σ (ApellidoPaterno/ApellidoMaterno="X") Autor

Realizar búsquedas en combinación de atributos de diversas tablas, ejemplos:

- Buscar las obras de un autor:
 - Π (Nombre, Título) σ (Autor.RFC = Autor_Obra.Autor_RFC \cap Obra.idObra = Autor_Obra. Obra_idObra \cap Autor.nombre= 'X') Autor, Obra, Autor_Obra
- Buscar el autor de una obra:
 - Π (Nombre) σ (Autor.RFC = Autor_Obra.Autor_RFC \cap Obra.idObra = Autor_Obra.Obra_idObra \cap Obra.titulo = 'X') Autor, Obra, Autor_Obra

Por otra parte, durante el desarrollo del sistema se crea un curso para hacer pruebas de gestión, este curso implementa técnicas pedagógicas para ubicar las oportunidades de su aplicación en cursos online.



4.3.2 Sistema de Instrucción Asistida por Computadora (*Computer-Assited Instuction, CAI*)

En esta sección se presenta el análisis, diseño, desarrollo, pruebas piloto y pruebas de campo de un sistema de Instrucción Asistida por Computadora (CAI) que sirva de apoyo para la enseñanza de conceptos básicos de hongos. Esto con base en la metodología de desarrollo de software educativo, la cual ya fue especificada.

a) *Análisis del CAI*

Se realiza el análisis de necesidades educativas, y en consideración de ellas, se efectúa el de requerimientos del software.

- *Necesidades educativas*

En la actualidad, la sociedad es dinámica, los cambios se dan frecuentemente, esto supone que se accede a un contexto abierto a lo inexplorado. El sistema educativo no ha cambiado en la regularidad que se ha ido transformando la sociedad. En nuestros días, se está hablando crecientemente de la dificultad por la que atraviesa la educación, es una cuestión que afecta no sólo a los estudiantes sino a la sociedad en general. El modelo donde el profesor es el activo de la clase y los alumnos sólo escucha pasivamente, no es el adecuado para las presentes generaciones. La enseñanza habitual entiende la formación como una aglomeración de conocimientos, por otro lado, hoy en día se buscan otro tipo de características, las cuales no las provee este tipo de enseñanza (Larrañaga, 2012).



En este contexto, se realiza este proceso de enseñanza-aprendizaje en asignaturas que tienen un propósito teórico como lo es la instrucción de temas relacionados con la naturaleza (por ejemplo, los hongos), por lo cual, se propone utilizar alternativas tecnológicas en apoyo a este proceso dirigido a estudiantes de nivel medio superior y superior, como lo es el CAI planteado en esta sección del trabajo. En los puntos subsecuentes se presenta cómo se pretende solucionar lo mencionado.

- *Tipo de aprendizaje*

Se utilizó la prueba para determinar el canal de aprendizaje de preferencia desarrollado por Lynn O'Brien (1990). Este consiste en 36 reactivos, y se responde mediante escala Likert, donde 1 es "casi nunca", 2 "rara vez, 3 "a veces", 4 "frecuentemente" y 5 "casi siempre"; fue elegido por el tipo de lenguaje que utiliza, pues es comprensible para alumnos de educación media superior y superior. Lo último en recomendación de la Maestra en Pedagogía, Hilaria Pérez Ruíz.

- *Evaluación diagnóstica*

Se aplicó una prueba de conocimientos de hongos, con preguntas cerradas, para saber el dominio de tema del estudiante. Los diferentes tópicos están compuestos de cuatro preguntas con sus respectivas respuestas de opción múltiple, estas fueron sometidas a validación por juicio de expertos (por medio de la escala Likert de 1 a 5, donde uno es la calificación más baja y cinco la más alta) para conocer el nivel de confiabilidad del cuestionario (ver anexo B), las calificaciones asignadas por los expertos son las siguientes (Benito y Soberanes, 2019, pág. 61 - 62):



Tabla 1. Calificaciones del tema Historia. Fuente: (Benito y Soberanes, 2019, pág. 62)

Experto	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Sumatoria	Alfa de Cronbach
I	4	4	3	5	16	0.76767
II	2	3	3	5	13	
III	3	4	3	5	15	
IV	3	3	2	4	12	
V	4	4	3	5	16	
Varianza	0.7	0.3	0.2	0.2		

Tabla 2. Calificaciones del tema características. Fuente: (Benito y Soberanes, 2019, pág. 62)

Experto	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Sumatoria	Alfa de Cronbach
I	4	3	4	3	14	0.4848
II	4	5	4	3	16	
III	5	4	5	3	17	
IV	5	4	5	4	18	
V	4	4	4	4	16	
Varianza	0.3	0.5	0.3	0.3		

Tabla 3. Calificaciones del tema Diversidad. Fuente: (Benito y Soberanes, 2019, pág. 62)

Experto	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Sumatoria	Alfa de Cronbach
I	1	3	4	1	9	0.8081
II	2	4	4	2	12	
III	1	2	4	1	8	
IV	1	3	3	1	8	
V	2	3	4	2	11	
Varianza	0.3	0.5	0.2	0.3		



Se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach para medir el nivel de confiabilidad del cuestionario sobre conocimientos previos, se calculó mediante la fórmula $\alpha = \frac{k}{k-1} [1 - \frac{\sum V_i}{V_t}]$ donde k es el número de preguntas, V_i es la varianza de cada pregunta y V_t es la varianza de la sumatoria. Según los criterios establecidos de niveles de confiabilidad con alfa de Cronbach (George y Mallery, 2003), las preguntas del tema historia son aceptables, mientras que las del tema de diversidad son buenas; si bien los coeficientes son aceptables para su uso en el proceso del CAI, estas secciones pueden ser mejoradas, por lo cual serán mínimamente modificadas. Por otro lado, las preguntas correspondientes al tema características, presentan un coeficiente bajo, razón por la cual se revisarán y reestructurarán para ser nuevamente validadas por expertos (Benito y Soberanes, 2019, pág. 62). Para consultar el artículo completo ver anexo E.

- *Objetivos*

- Objetivo Terminal: fungir como un apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje para el docente de educación media superior y superior.

Se desarrolló el primer bloque que contiene los siguientes tópicos: historia (conceptos básicos), características y diversidad, mismos que fueron seleccionados acorde al temario de Microbiología y Parasitología desarrollado por la Facultad de Medicina de la UNAM.

Meta 1: Ubicar al estudiante en el concepto correcto de hongo.

Meta 2: Mostrar la diferencia entre los hongos existentes.

Meta 3: Proporcionar la información sobre hongos (mediante vídeos, actividades, audios, entre otros).



Meta 4: Extraer indicadores de aprendizaje del estudiante, por medio de la comparación de su evaluación inicial y final.

- *Trayectoria de aprendizaje*

Esta trayectoria es determinada con base en el apoyo que pretende ser el sistema; este está compuesto por los módulos descritos a continuación:

- Módulo conocimiento: la parte de la información que corresponde a la enseñanza de los tópicos, vídeos principalmente, se almacena en el servidor y se muestra mediante una interfaz web. El estudiante se ubicará en la historia, características o diversidad, dependiendo su nivel de conocimiento. Esto último se realiza con un motor de inferencia basado en condicionales.
- Módulo tutor: antes de que el estudiante ingrese al módulo conocimiento, realiza dos cuestionarios:
 - Canal de aprendizaje, el cual le sirve al módulo a mostrar distinto los temas y las actividades, con base en la forma óptima en la que aprende el estudiante (visual, auditiva o kinestésica).
 - Evaluación diagnóstica, esta es utilizada por el módulo para situar al estudiante en el tema (historia, características o diversidad) de acuerdo con su nivel de conocimiento.

La apariencia de todos los cuestionarios, así como las actividades, también tiene como base el estilo de aprendizaje. El módulo sólo tiene una restricción, al final de cada segmento de aprendizaje se aplica una evaluación parcial de los temas mostrados, el alumno tiene que cubrir con por lo menos el 60% de efectividad en este examen para pasar al siguiente segmento.



- Módulo estudiante: este módulo contiene el avance del estudiante, el tópico actual y el resultado de sus evaluaciones. Lo anterior se guarda en la BD, con el fin de que, en cada acceso al CAI, esta redireccione al usuario al último tema realizado. No existen reglas de restricción para navegación en el segmento actual.
- Interfaz: se utiliza una interfaz gráfica de usuario (GUI), aquí se muestran todos los módulos anteriores mediante una página web. Los colores fueron elegidos con base en la psicología del color; el tipo de letra, vínculos, botones, ventanas y todos los componentes del CAI, se realizaron de forma que se capte la atención del usuario, además de una navegación intuitiva y amigable.

Lo descrito se presenta en el siguiente diagrama que presenta la trayectoria del usuario durante su uso en el sistema (figura 45).

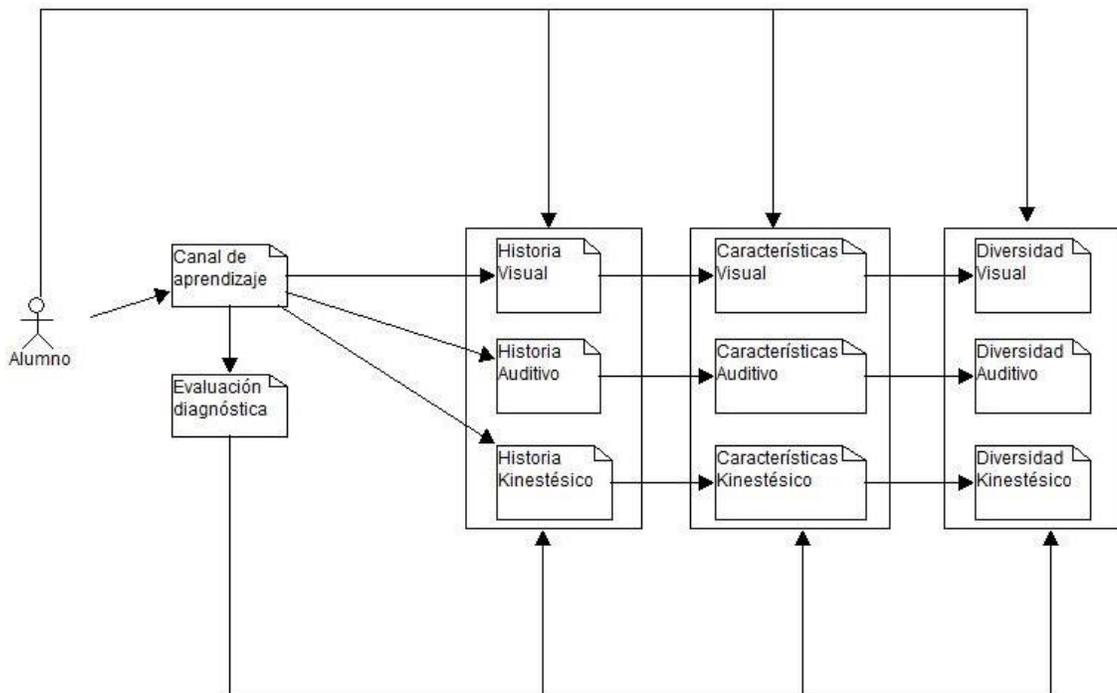


Figura 45. Trayectoria de aprendizaje. Elaboración propia.



En este contexto, los requisitos que se cumplen durante el desarrollo del sistema se hacen de acuerdo con las necesidades educativas mencionadas. A continuación, se listan los requerimientos del CAI:

- *Ambiente*
 - El CAI estará almacenado en el mismo servidor en el que se encuentra el sistema web.
- *Usuarios y factores humanos*
 - Los tipos usuarios serán: alumno y administrador.
- *Funcionalidad*
 - El CAI mostrará aspectos básicos acerca de hongos.
 - La contextualización en hongos será mediante imágenes y videos.
- *Datos*
 - Los datos se obtendrán de los instrumentos de la evaluación previa y posterior.
 - Los resultados serán almacenados en la BD y analizados para determinar el avance del alumno.
- *Seguridad*
 - El CAI controlará el acceso y lo permitirá sólo a usuarios registrados. Los usuarios deben ingresar al sistema con un nombre de usuario y contraseña.
 - El CAI enviará una alerta al usuario cuando ocurra alguno de los siguientes eventos: registro de nueva cuenta exitoso, inicio de sesión, contraseña o usuario incorrecto y resultado de la evaluación.
 - El alumno se registrará, iniciará sesión, estudiará y realizará las actividades correspondientes al tema en el que se encuentre o haya dejado inconcluso.
 - El administrador no tiene restricción de acciones a realizar.



Los requerimientos de la interfaz y algunos que no han sido especificados se debe a que son heredados del sistema web, puesto que, al ser un subsistema, todo el CAI se adecuará para que se cumplan las necesidades para la gestión de la información.

b) Diseño del CAI

El diseño contiene objetos de aprendizaje que han sido elaborados para cubrir las distintas necesidades del estudiante, aunado a que tratan de motivar e incentivar al alumno a continuar con el uso del sistema, mediante actividades acorde de su canal de aprendizaje, estas actividades fueron desarrolladas en la plataforma “EducaPlay”; por otro lado, la ayuda viene incluida en cada actividad. En este punto se eligieron colores específicos, ya que se ha demostrado que influye en el aprendizaje del alumno. Por ejemplo, se ha elegido verde para los estudiantes visuales, puesto que este color representa crecimiento, equilibrio y tranquilidad, por lo tanto, se deduce que para mantener un balance entre los componentes del CAI y los estudiantes con canal de aprendizaje visual, cuyas características son abstraer y planificar, el color elegido les ayuda a hacerlo (Heller & Chamorro, 2017).

- *Modelado del CAI*

En esta sección se presentan los distintos diagramas que se usaran para el desarrollo del sistema, como son: diagrama de especificación (figura 46), el cual muestra los tipos usuarios que usarán el CAI; además, del diagrama de casos de uso (figura 47), que indica cómo se desenvolverá el usuario en el CAI.

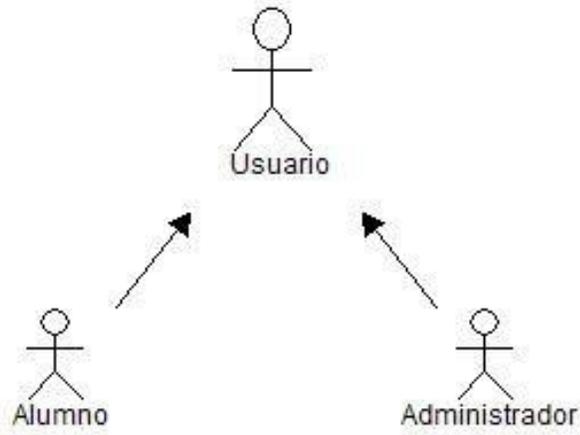


Figura 46. Diagrama de especificación de usuarios. Elaboración propia.

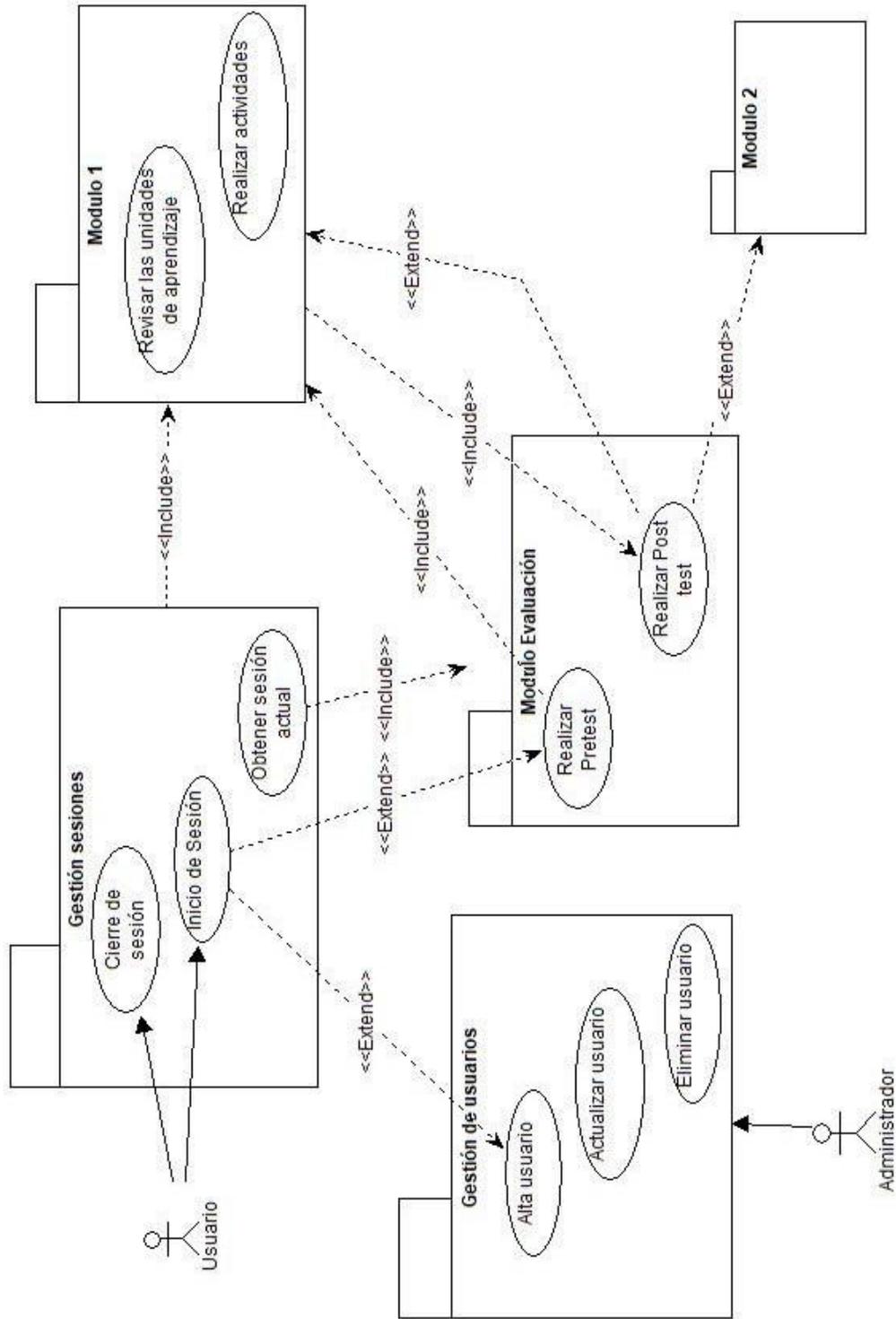


Figura 47. Diagrama de caso de uso. (Benito y Soberanes, 2019).



- Modelado de la base de datos

Del mismo modo, el diagrama entidad-relación (figura 48) permite representar las entidades relevantes del CAI “Aprende Hongo”, así como sus interrelaciones y propiedades, o llamados también atributos, que caracterizan a cada entidad.

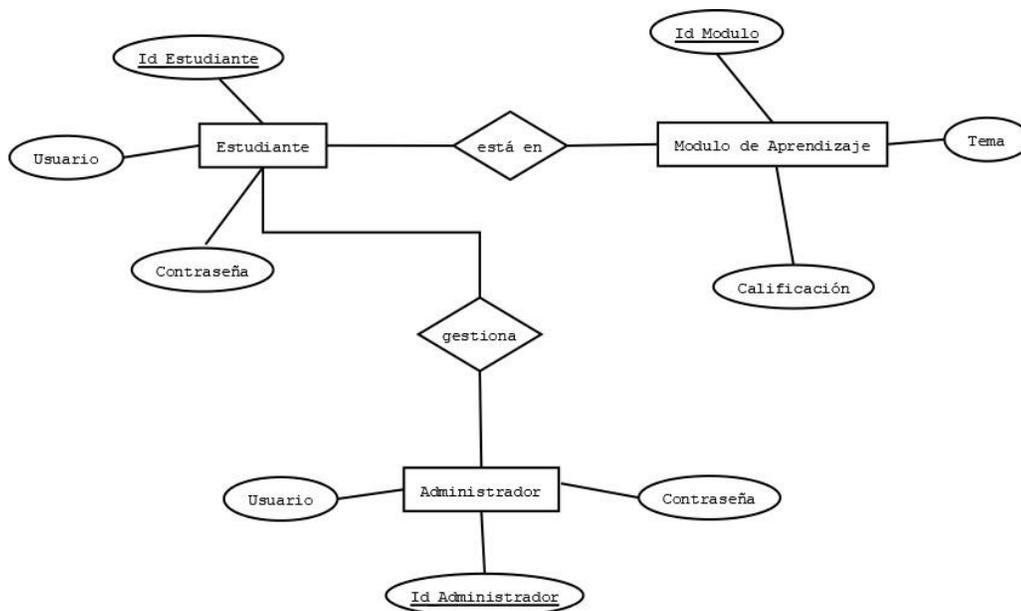
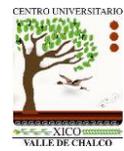


Figura 48. Diagrama E-R del CAI Aprende Hongo. (Benito y Soberanes, 2019).

Con base en el modelo anterior, y de la misma forma en la que se realizó en el desarrollo de la base de datos del sistema, se procede a realizar una normalización. Se exhiben algunas entidades innecesarias, por lo tanto, atributos repetidos que ocasionarían inconsistencias en la base de datos. En primera instancia, las entidades estudiante y administrador tienen los mismos atributos, por lo que no existe justificación para que existan por separado. La gestión de la entidad estudiante puede hacerse desde el inicio



de sesión del CAI, o bien, creando un formulario donde el administrador pueda hacer las operaciones en la base de datos, por lo que la creación de la entidad administrador resulta dispensable; en consecuencia, sólo se creará la entidad usuario, resultando el siguiente modelo relacional (Figura 49) y su normalización en 3FN (Figura 50).

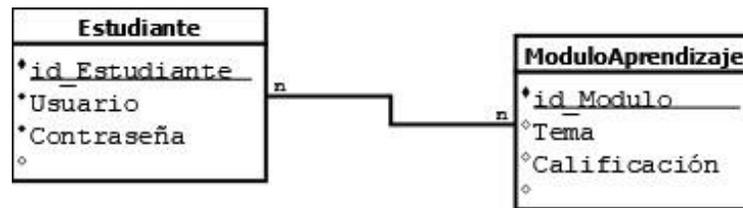


Figura 49. Resultado del modelo. Elaboración propia.

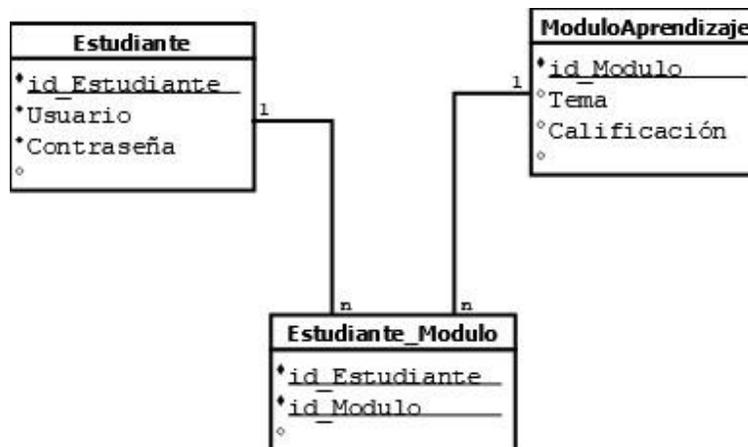


Figura 50. Modelo relacional del CAI normalizado. Elaboración propia.

c) Desarrollo del CAI

En esta fase, se presenta la comunicación cliente-servidor (Figura 51) que se utilizó para la implementación del CAI mediante la codificación en lenguaje HTML, JavaScript, PHP y MySQL; todo esto en el servidor en el que está alojado el sistema.

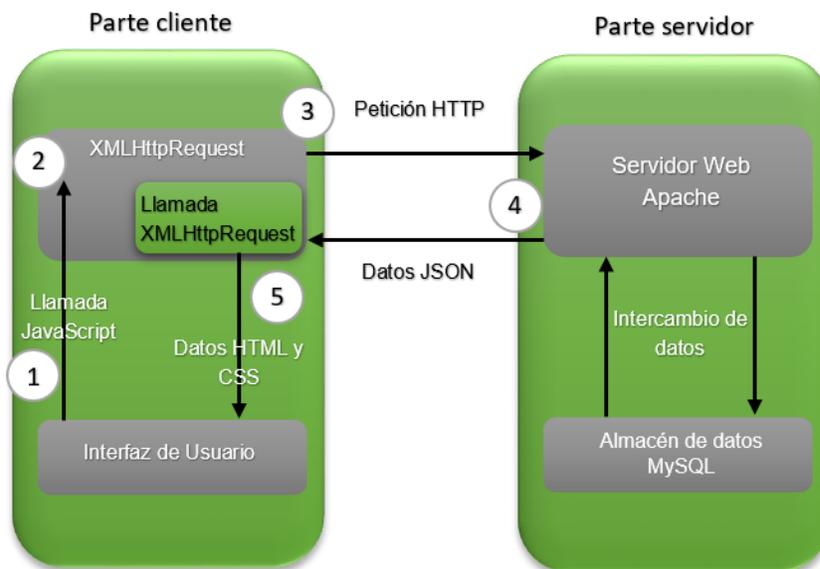


Figura 51. Comunicación cliente-servidor. (Virtual Training Center, s/f).

Finalmente se presentan algunas imágenes con pantallas del CAI, como son: el inicio de sesión del CAI (figura 52). Como se hizo mención que las actividades se diseñaron acorde el canal de aprendizaje, algunos ejemplos de ellas son: para los visuales el tema es presentado mediante videos (figura 53) y una de sus actividades es un crucigrama (figura 54; para los auditivos la presentación de la información es con un audio y un tipo de actividad es un dictado; por último, para los kinestésicos, se conjuntan la presentación de la información con las actividades llamados videoquiz (figuras 55, 56), en donde durante la reproducción del video se muestran preguntas de lo que se ha presentado, esto



con base en que los estudiantes con este canal de aprendizaje necesitan ser partícipes activos del tema (Martínez, 2016; Pérez, 2018). Por último, se presenta el mensaje de primer bloque aprobado (figura 57) y el inicio del bloque dos (figura 58).



Figura 52. Pantalla inicial. (Benito y Soberanes, 2019).

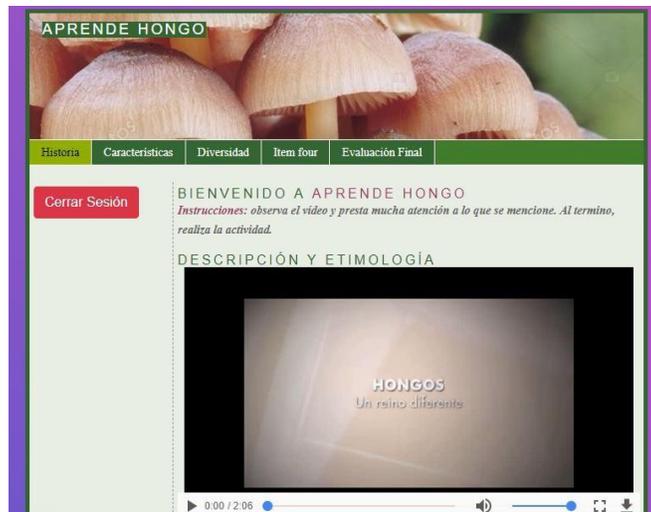


Figura 53. Temas del bloque uno. (Benito y Soberanes, 2019).

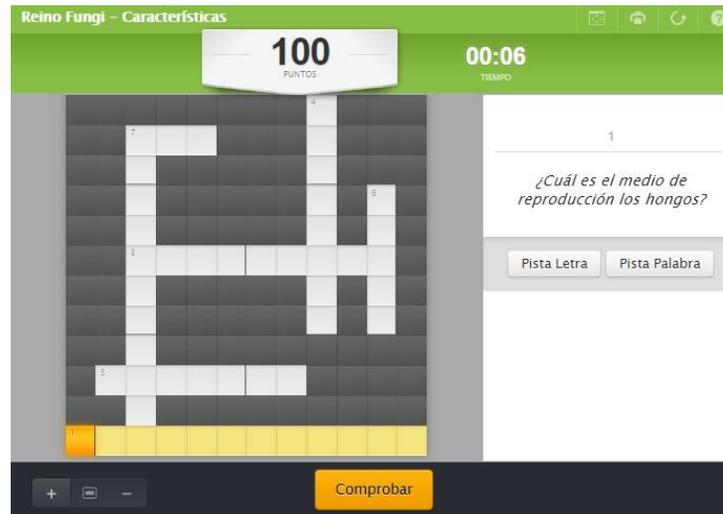


Figura 54. Actividad para estudiantes visuales. (Benito y Soberanes, 2019).



Figura 55. Actividad y presentación de información para estudiantes kinestésicos. (Benito y Soberanes, 2019).



Reino Fungi - Historia

0 PUNTOS

01:58 TIEMPO

1. Responde a la siguiente pregunta
En términos de diversidad, ¿qué lugar ocupan los hongos?

Tu respuesta

Volver a ver Responder

1 2 3 4
00:59 01:58 01:58 02:10

Figura 56. Actividad y presentación de información para estudiantes kinestésicos. (Benito y Soberanes, 2019).

Aprende Hongo

Felicidades has completado el módulo con 93% de efectividad

Cerrar sesión Siguiete módulo

Figura 57. Calificación satisfactoria del bloque. (Benito y Soberanes, 2019).

Módulo 2

Hola

Cerrar Sesión

Figura 58. Inicio del segmento dos. (Benito y Soberanes, 2019).



d) Pruebas piloto del CAI

Benito y Soberanes (2019) concluyen:

Se realizaron mediante las técnicas denominadas caja blanca y caja negra para detectar fallos en el CAI; las pruebas de caja blanca comprueban que las unidades internas se implementen correctamente, así como estructuras y relaciones, con el fin de reducir errores internos, mientras que las pruebas de caja negra revisan las funciones externas, que el software contenga las especificaciones necesarias y que cumpla con los requerimientos del usuario (Rodríguez, 2012).

Se llevaron a cabo 20 pruebas con cada técnica; en las primeras 15 de cada tipo se detectaron fallos, mismos que se corrigieron, para después realizar 5 más como pruebas de control para verificar la eliminación de errores en el sistema. Algunos de estos fallos fueron: al implementar pruebas de caja blanca en el registro de usuario no se encontraron problemas, sin embargo, con las de caja negra, al registrar un usuario previamente inscrito, el sistema permitió el acceso. En una prueba de caja blanca, el usuario ingreso al sistema, realizo actividades del bloque y cerró sesión, luego entró nuevamente y el CAI lo colocó al inicio del bloque, el CAI registra el avance del usuario para terminar cada bloque de aprendizaje. Con pruebas de ambas técnicas en los resultados del examen final, se verificó que el sistema no permite avanzar al siguiente bloque si no se obtiene un resultado satisfactorio en la última evaluación.



e) Pruebas de campo del CAI

Después de realizadas las pruebas piloto, se puso en funcionamiento con 20 usuarios finales. A estos se les aplicaron dos cuestionarios:

- El primero para determinar el grado de usabilidad por medio del Sistema de Escalas de Usabilidad o System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1986). De las 20 pruebas que se realizaron, se obtuvo un promedio de 76¹⁴, por lo cual se determina que el CAI está arriba de lo aceptable.
- El segundo para saber si se alcanzó el objetivo educativo y de qué forma les gustaría que se presentará la información; este cuestionario consiste en 6 preguntas cerradas. En relación con las respuestas, el 87% menciona que se cumplió el objetivo educativo; por otro lado, la presentación de la información elegía de acuerdo con su canal de aprendizaje en un 93%.

4.4 Pruebas piloto del sistema web

Por medio de pruebas estructurales, funcionales, no funcionales y de regresión se verificó el funcionamiento del sistema. Se realizaron 35 pruebas de cada tipo (a excepción de las de regresión); en primer instancia, las pruebas funcionales buscaron el comportamiento de lo que se espera que haga el sistema, 27 pruebas encontraron errores en la gestión de usuarios y de los archivos, por otro lado, se detectaron enlaces rotos o que direccionaban al lugar incorrecto, las siguientes ocho fueron de control; consecuentemente, las pruebas no funcionales buscaron la forma en la que se ejecuta el sistema, este tipo de pruebas son perfectibles, por lo que después de 35 pruebas se sigue mejorando

¹⁴ Esta escala considera que a partir de 68 es un sistema aceptable y 100 excelente (Brooke, 1986).



la experiencia de usuario mediante la optimización del código y realizando un rediseño de los elementos que integran el sistema.

Después, las pruebas estructurales contemplan el posible flujo a seguir por el usuario, en este sentido, 35 personas fueron tomadas al azar para realizar sus propios flujos dentro del sistema, y como resultado, 19 personas encontraron fallas en los pasos que realizaron como por ejemplo, errores al adjuntar archivos, campos necesarios vacíos, error en la conexión a la base de datos, entre otros, los cuales fueron corregidos a partir de su mención, en las 16 personas restantes no se les presentaron errores; por último, las pruebas de regresión las cuales tienen como base examinar errores corregidos, se realizaron durante todo el proceso de implementación y de pruebas.

4.5 Pruebas de campo del sistema web

Finalmente se realizan pruebas con el usuario final, las cuales se dividieron en dos etapas; en primera instancia, se determinó el nivel de usabilidad por medio del SUS (ver anexo C), que es una herramienta que utiliza ítems con respuestas en escala Likert, donde uno es *totalmente en desacuerdo* y cinco *totalmente de acuerdo*, esto con la finalidad de determinar qué tan sencillo es el manejo del sistema web mediante una calificación que es calculada por el SUS (Brooke, 1986). El mismo autor apunta que esta calificación se calcula restando uno a los ítems impares, y a los pares, restando de cinco el número del valor asignado por los usuarios; por último, al resultado se le multiplica por 2.5, en términos matemáticos se aplica la siguiente fórmula $u = (\sum (\iota - 1) + \sum (5 - p)) * 2.5$ donde ι toma los valores de las preguntas impares y p se le asignan los valores de los ítems pares. Se aplicaron 20 de este tipo de pruebas, a continuación, en la tabla 4 se presentan las respuestas obtenidas:



Tabla 4. Respuestas de las preguntas del SUS. Elaboración propia.

		PREGUNTA									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
USUARIO	1	5	2	5	1	4	1	5	1	5	1
	2	4	1	4	2	4	2	5	1	5	2
	3	3	1	4	2	5	2	5	1	4	2
	4	5	1	5	1	5	3	5	1	4	1
	5	5	1	5	1	5	2	5	1	5	2
	6	4	2	5	1	5	1	5	2	4	3
	7	5	1	5	1	4	1	5	1	5	1
	8	4	1	5	1	4	1	5	2	4	1
	9	3	2	5	1	5	1	5	1	5	1
	10	5	1	5	1	3	1	5	2	5	1
	11	5	2	5	1	4	1	5	1	5	1
	12	5	1	5	2	4	1	4	2	5	1
	13	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1
	14	4	2	5	1	4	1	5	1	5	1
	15	5	1	4	1	5	1	4	1	5	1
	16	4	2	4	1	5	1	5	1	5	3
	17	5	1	3	1	5	2	4	1	5	1
	18	5	1	5	2	5	3	3	1	5	1
	19	5	1	5	2	5	3	5	1	5	1
	20	5	1	5	1	5	2	4	1	5	2

Con base en la fórmula mencionada, se implementa la primera parte de la ella, en la tabla 5 se presentan los resultados a partir de lo que se desglosa a continuación:

- $I = (l_1 - 1)$
- $II = (5 - p_2)$
- $III = (l_3 - 1)$
- $IV = (5 - p_4),$
- $V = (l_5 - 1)$
- $VI = (5 - p_6)$
- $VII = (l_7 - 1)$
- $VIII = (5 - p_8)$
- $IX = (l_9 - 1)$
- $X = (5 - p_{10})$



Tabla 5. Aplicación de la fórmula para cada ítem. Elaboración propia.

		PREGUNTA									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
USUARIO	1	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4
	2	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3
	3	2	4	3	3	4	3	4	4	3	3
	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3	4
	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3
	6	3	3	4	4	4	4	4	3	3	2
	7	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
	8	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4
	9	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	10	4	4	4	4	2	4	4	3	4	4
	11	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4
	12	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4
	13	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	14	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4
	15	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4
	16	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2
	17	4	4	2	4	4	3	3	4	4	4
	18	4	4	4	3	4	2	2	4	4	4
	19	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4
	20	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3

Subsecuentemente, se realiza la sumatoria de todas preguntas y con el resultado se multiplica por 2.5; finalmente, se hace un promedio de lo conseguida por cada usuario para obtener la usabilidad de manera general sobre las 20 personas entrevistadas.



Tabla 6. Implementación final de la fórmula. Elaboración propia.

		$\Sigma(t - 1) + \Sigma(5 - p)$	$(\Sigma(t - 1) + \Sigma(5 - p)) * 2.5$	Usabilidad promedio
USUARIO	1	38	95	91.375
	2	34	85	
	3	33	82.5	
	4	37	92.5	
	5	38	95	
	6	34	85	
	7	39	97.5	
	8	36	90	
	9	37	92.5	
	10	37	92.5	
	11	38	95	
	12	36	90	
	13	39	97.5	
	14	37	92.5	
	15	38	95	
	16	35	87.5	
	17	36	90	
	18	35	87.5	
	19	37	92.5	
	20	37	92.5	

Con base en lo resultados arrojados por el análisis de SUS y la escala de evaluación determinada por el mismo instrumento, determinando entre 68 aceptable y 100 excelente, se determina que con un 91.375, el sistema adapta correctamente las características del usuario final.

En segunda instancia, para obtener opiniones generales a considerar en actividades o en el sistema posteriormente, se creó un cuestionario con seis preguntas abiertas, estas cuestiones consideraban personalización, herramientas de comunicación, presentación de los temas, entre otros (ver anexo D); después, se reformularon las preguntas y se acotaron las respuestas

con base en lo proporcionado; a continuación, de la figura 59 a la 64, se muestra lo obtenido:

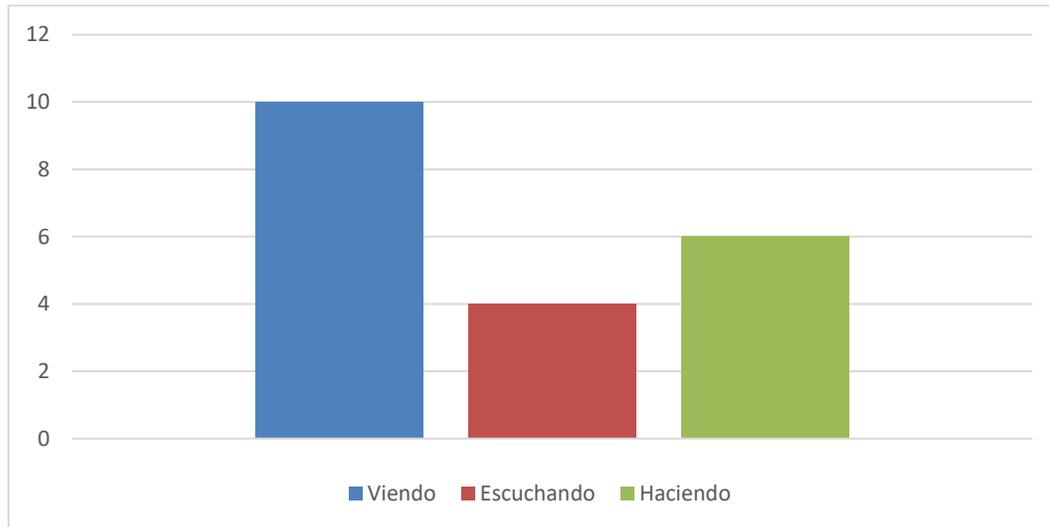


Figura 59. Respuesta a la pregunta: ¿cómo prefieres que se te presente la información de la página? Elaboración propia.

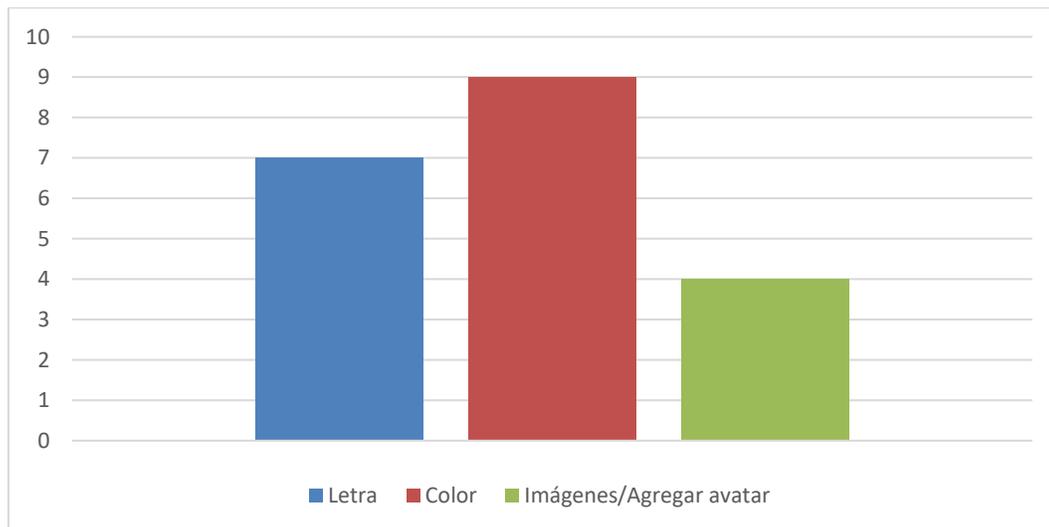


Figura 60. Respuesta a la pregunta: ¿qué características te gustaría modificar en la página? Elaboración propia.

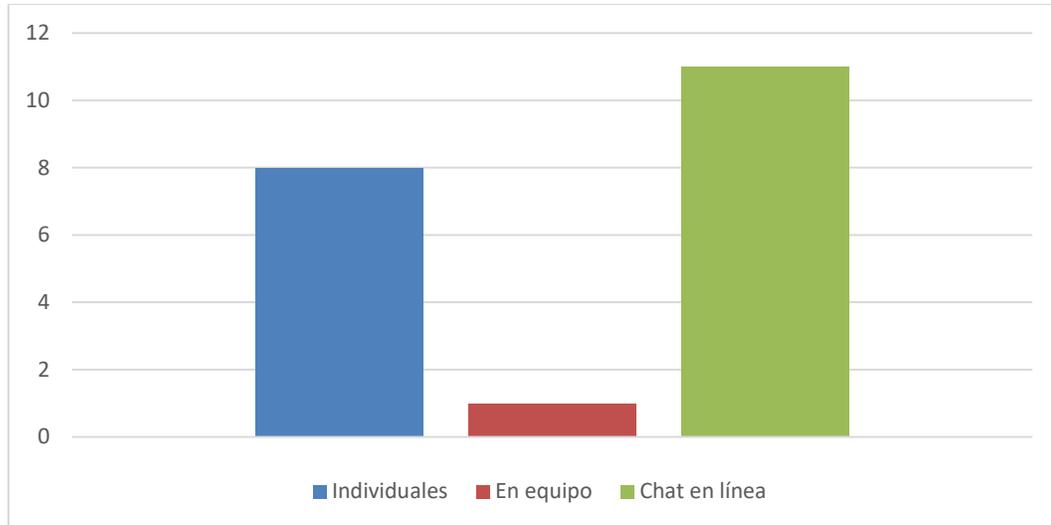


Figura 61. Respuesta a la pregunta: ¿qué tipo de estrategias te gustaría que se implementaran en la página? Elaboración propia.

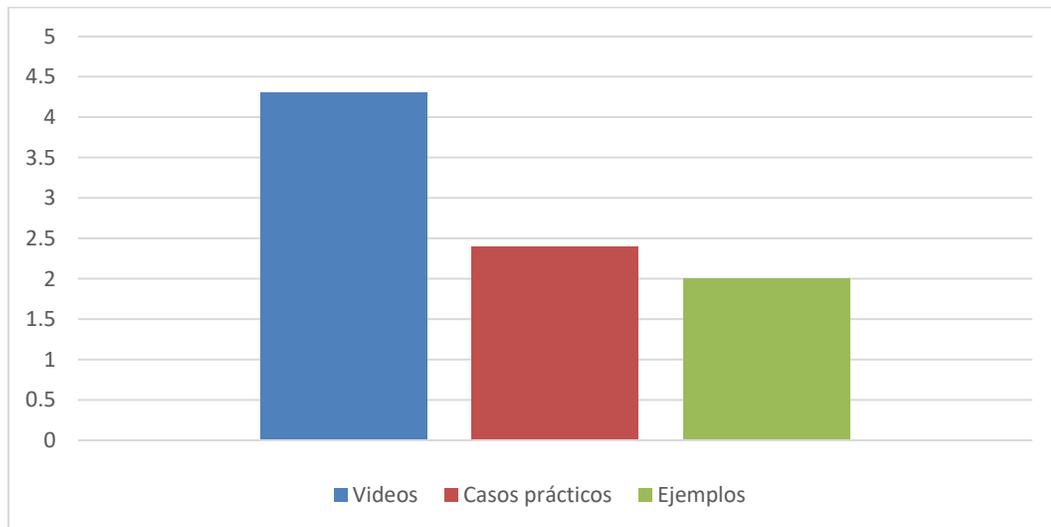


Figura 62. Respuesta a la petición: selecciona dos de los recursos que prefieres para la presentación de los temas. Elaboración propia.

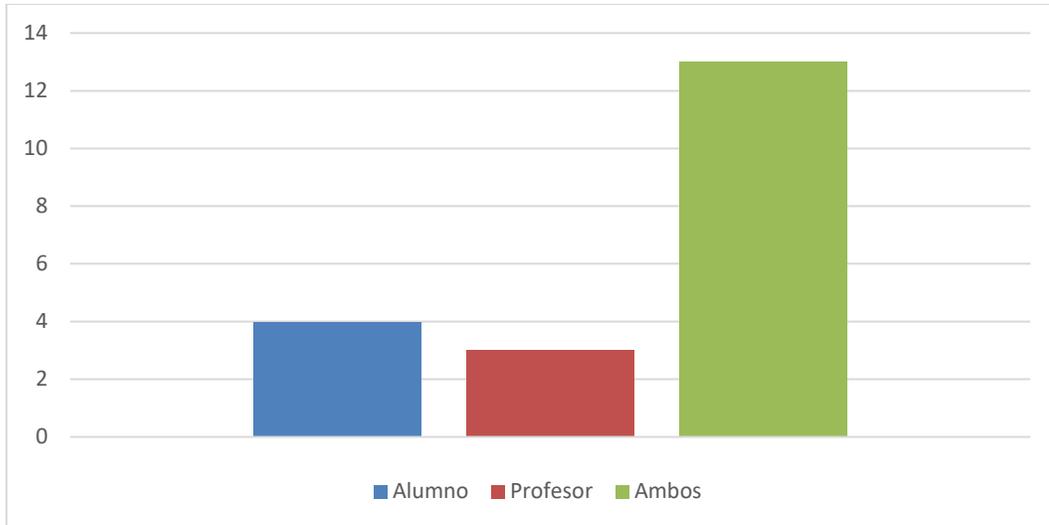


Figura 63. Respuesta a la opinión: consideras que la página es un apoyo para... Elaboración propia.

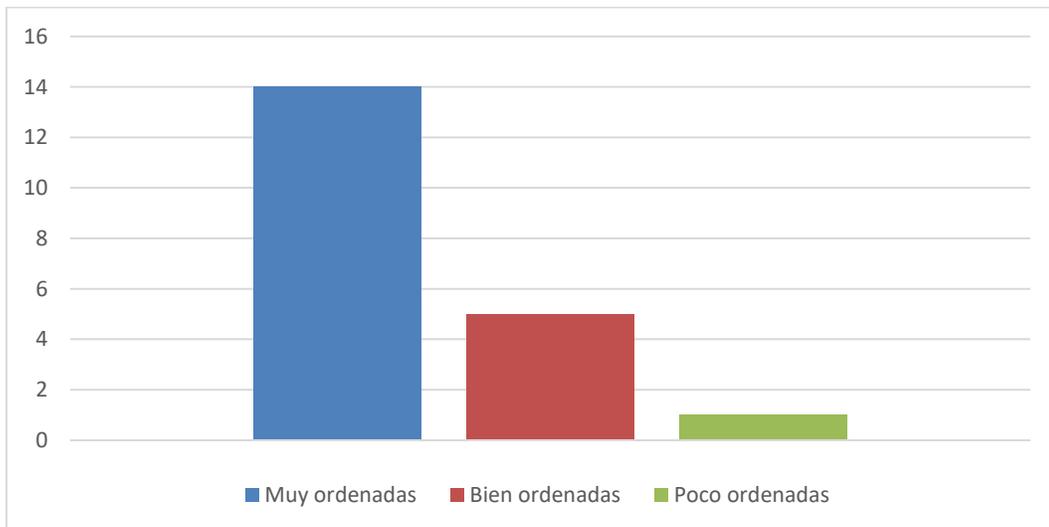


Figura 64. Respuesta a la pregunta: ¿En qué grado consideras que están ordenadas las unidades de estudios? Elaboración propia.



En este sentido, se identifican algunas fortalezas y aspectos perfectibles del sitio web, por ello para la próxima actualización se aplicarán las observaciones presentadas, en el entendido de que no es necesario aplicar todas las características obtenidas por el usuario, sólo las que se consideren más importantes acorde a sus particularidades.



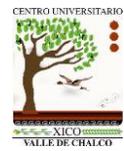
5. CONCLUSIONES

El objetivo que se planteó en esta investigación fue gestionar información sobre hongos mediante la tecnología educativa a través de un sistema web. En primer lugar, se realizó un análisis del sistema, no sólo generando un listado de requerimientos para la solución tecnológica, sino también de necesidades educativas; con esto, se identificó de manera más clara los problemas a resolver para el usuario final tratando de no omitir sus características.

Después, en el diseño se utilizaron técnicas de modelado de software que ayudaron al desarrollador a visualizar lo que se requería construir; primero, se modela el sistema web a través de *mockups* los cuales permitieron construir de manera concisa una interfaz agradable para el usuario, lo cual se reflejó en la valoración de usabilidad; segundo, la base de datos se modeló mediante el estándar UML para su modelado, adicional a lo último, se realizó el proceso de normalización, con esto se generó una correcta implementación y evitó un mal funcionamiento de la base de datos dentro de la ejecución de la plataforma; tercero, y último, con el modelado de las trayectorias para el estudiante dentro de la unidad de aprendizaje, el CAI ubicaba al estudiante en el módulo correcto basándose en su canal de aprendizaje o en temas básicos, intermedios o avanzados a partir del nivel de conocimiento que presentaba el estudiante.

Posteriormente, en la fase de desarrollo, se crea toda la codificación con base en el diseño que se estableció; cabe mencionar que, gracias a estas representaciones gráficas, el desarrollador instauró cosas que en principio había omitido por dar poca relevancia a algunas características que eran importantes.

Por último, se realizaron dos tipos de pruebas: las pruebas piloto se utilizaron para corregir todo el aspecto técnico del sistema y así no enfrentar al



usuario a problemas que pueden ocasionarle frustración, y consecuentemente, deje de usar el sistema, para estas se utilizaron personas especialistas en el área tecnológica y algunas que no lo eran, con ello se cubrían la mayoría de los posibles flujos alternos o errores del sistema. A continuación, se realizaron las pruebas de campo, en estas la utilización del sistema la hizo el usuario final en su entorno o contexto educativo, después, el usuario contestó dos cuestionarios, el SUS donde indicaba su experiencia considerando la usabilidad y otro donde se recogía su opinión del sistema.

Los resultados obtenidos fueron que el nivel de usabilidad del sistema tiene una calificación de 91.375 sobre una escala de 100, con lo cual se determina que la adecuación de aspectos pedagógicos a los procesos ingenieriles, sí tiene efectos positivos en la experiencia de uso, y consecuentemente, al apoyo del proceso enseñanza-aprendizaje generado por el uso continuo sistema por parte del usuario y de esta manera forma generar su propio conocimiento. Por último, en el segundo cuestionario, determina cómo se siente el usuario con los sistemas que no lo consideran, menciona la personalización como una forma de controlar lo que requiere para su aprendizaje.

5.1 Discusión

Después de realizar los procedimientos y etapas de investigación, mencionados anteriormente, se identificó que es necesario conjuntar teorías educativas y procesos ingenieriles para la creación de software con fines educativos para ayudar al proceso enseñanza-aprendizaje. Esta conjunción resulta complicada tanto para educadores como tecnócratas, puesto que cada área utiliza su perspectiva considerando poco a la otra. Al existir esta separación, se construyen sistemas tecnológicos que cubren una necesidad al automatizar un proceso, en consecuencia, el sistema resulta poco efectivo; del mismo modo, el



desarrollo de materiales didácticos se ve restringido al no comprender los alcances y las limitaciones de un sistema informático, en otras palabras, se conjunta la falta de conocimiento de ambas disciplinas.

La presente investigación, reúne conocimientos básicos e indispensables de ambas áreas para la generación del producto final, basándose en conocimientos propios del autor y validaciones o aprobaciones de expertos, así como, en la recolección de opiniones de los usuarios a los que se dirige el sistema. Estos últimos, generaron opiniones positivas en comparación a otros sistemas que ya han utilizado.

Los resultados muestran que es viable el seguimiento de esta investigación, para la incorporación de otras técnicas pedagógicas que satisfagan a los usuarios finales durante el desarrollo de software en cuestión, teniendo en cuenta que se pueden adaptar las técnicas implementadas en esta tesis y las diversas existentes, buscado una implementación específica para resolución de las necesidades educativas o del diseño instruccional. El desarrollo aporta a la teoría, implantando como idea que para la construcción o realización de tecnología educativa, se necesitan fundamentos pedagógicos así como expertos de ambas disciplinas en constante retroalimentación; adicional a lo dicho, se busca repercutir en la forma en la que se ve al usuario final, esto con el fin de considerar sus procesos cognitivos y entender qué sucede en su mente que lo lleva a seguir usando el sistema, como ejemplos se tiene la publicidad o los videojuegos.

Cabe resaltar que se presenta la forma de construcción de un sistema web, aplicando técnicas tecnológicas y pedagógicas, el cual puede adecuarse a cualquier tema requerido, no necesariamente al tópico que aborda este trabajo, considerando en primera instancia, las características de la persona y su entorno para consecuentemente aplicar las técnicas necesarias.



Por último, las investigaciones multidisciplinarias son difíciles de realizar puesto que se extiende el conocimiento a áreas diferentes a las comúnmente manejadas en la formación tecnológica, se tiene investigar las disciplinas involucradas y su forma óptima de interactuar, con esto se aborda la problemática desde una perspectiva más amplia, y como resultado, la generación de una solución real.



6. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos de esta investigación, se sugieren atender diversos aspectos, tales como los métodos de estudio, actividades que impacten a trabajos similares y acciones a realizar en un futuro próximo para la mejora de esta investigación. A continuación, se presentan algunas recomendaciones:

- Usar alguna metodología actualizada de desarrollo de software educativo, en consecuencia, obtener las necesidades tanto técnicas como educativas que se apeguen a los nuevos desarrollos tecnológicos.
- Considerar más elementos pedagógicos en el desarrollo a fin de generar el diseño instruccional adecuado para el sistema en cuestión.
- Tomar en cuenta más características del usuario, al aumentar el número de aspectos a considerar (en especial los cognitivos), se logrará que la persona use el sistema para apoyarse durante el proceso de aprendizaje puesto que se adapta a la forma particular de entender las temáticas presentadas; tal y como sucede en la personalización del sistema, donde se crea un vínculo entre usuario y sistema.
- Utilizar una población más amplia para encontrar la mayor cantidad de variables a solucionar o considerar para un desarrollo próximo; además de más tiempo en la ejecución de campo, con el fin de observar el avance real, por medio de algún indicador de aprendizaje.
- Formar equipos de trabajo multidisciplinarios, con el propósito de cubrir las deficiencias expresadas en esta investigación por parte de cada área de conocimiento.
- Aumentar la cantidad de aplicaciones de la metodología de trabajo presentada en diversos casos de estudio para mejorar el proceso, y así, la posible creación de un modelo de desarrollo de software educativo.

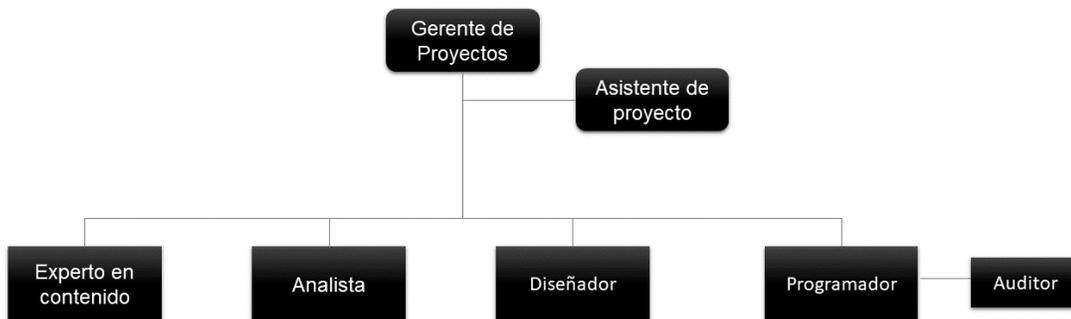


7. ANEXOS



ANEXO A. Plan de gestión

Organigrama





Integración del equipo de proyectos

Cant.	Puesto	Formación académica	Edad	Perfil	Roles	Responsabilidades
1	Gerente de proyectos	Grado igual o mayor en Ingeniería en computación o a fin, con estudios complementarios en administración. Experiencia en dirección de proyectos	De 25-45 años	Experto en administración y gestión de proyectos, además en metodologías de desarrollo de software	Dirección de proyectos	Dirección de proyectos y coordinación de estrategias para el cumplimiento del proyecto. Facilitador.
1	Asistente de proyectos	Ingeniería en computación o a fin, con estudios complementarios en administración. Experiencia en asistencia de proyectos	De 25-45 años	Experiencia en administración y gestión de proyectos, además en metodologías de desarrollo de software	Seguimiento de proyectos	Apoyar al gerente de proyectos con las actividades que exijan mucha atención; además de cumplir las funciones del gerente cuando este esté ausente.
1	Analista	Ingeniero en sistemas, computación o a fin. Experiencia en obtención de requerimientos	De 25-45 años	Especialista en adquisición de requerimientos	Obtención de las necesidades a cubrir por el software	Entrevistas y validaciones con el cliente, documentación para la entrega al diseñador
1	Diseñador	Ingeniero en sistemas, computación o afines	De 25-45 años	Especialista en estándares de diseño de software, UML como principal	Realizar de manera gráfica el sistema y contenidos multimedia	Elaboración de diagramas E-R, casos de uso, interacción, entre otros.
1	Programador	Ingeniero en sistemas, computación o afines	De 25-45 años	Especialista en desarrollo web dinámico	Realizar codificación y auditoría web	Realizar todo lo relacionado con el sistema web, desarrollo de HTML, base de datos, javascript, entre otros. Además de realizar las auditorías necesarias para el correcto funcionamiento del software.
1	Especialista en contenido	Licenciatura en educación o afín, experto en el área solicitada	De 25-50 años	Especialista en diseño instruccional	Crear contenido pedagógico, como actividades y presentación de la información	Diseñar actividades, desarrollo de temas y la forma de presentación en el sistema web.



Matriz de requerimientos del proyecto

ID	Requerimiento	Solicitado por:	Prioridad (A, M, B)
1	Equipos de respaldo de información	Asistente de proyecto	A
2	Asistentes de personal	Asistente de proyecto	B
3	Software para creación de páginas web	Programador	A
4	Servidor	Cliente	A
5	Mobiliario	Asistente de proyecto	A
6	Papelería en general	Analista	M
7	Mantenimiento	Asistente de proyecto	M
8	Servicio de Internet	Auditor	M
9	Equipo de cómputo para pruebas	Auditor	A
10	Licencias de software	Diseñador	M

Estimación de costos para el desarrollo del sistema web

Cve	ISW	Monto en pesos mex.
1	Entrevistas y análisis primarios	\$ 2,100
2	Diseño pedagógico	\$ 21,000
3	Diseño y programación	\$ 10,500
4	Pruebas piloto sin servidor	\$ 3,000
5	Contacto y montaje en servidor	\$ 2,500
6	Pruebas piloto	\$ 4,000
7	Entrevistas y pruebas finales	\$ 4,000
8	Documentación y entrega	\$ 5,700
9	Sueldos y salarios*	\$ 100,000
10	Gastos adicionales	\$ 10,000
Sub total		
IVA		
Total		\$ 162,800



Proyecto ISW

Cve.	Descripción de la tarea	Duración días	Inicio mes/día	Fin mes/día
1	Iniciación de proyecto		Jul. 02	Jun. 02
1.1	Entrevista con cliente	1	Jul. 02	Jun. 02
2	Análisis de requerimientos de cliente		Jul. 03	Jul. 09
2.1	Borrador a papel de proyecto	2	Jul. 04	Jul. 05
2.2	Entrevista con cliente junto al analista	1	Jul. 06	Jul. 06
2.3	Presentación de borrador final a cliente	3	Jul. 07	Jul. 09
3	Análisis y prediseño		Jul. 10	Ago. 31
3.1	Listado de requerimientos	1	Jul. 10	Jul.10
3.2	Análisis de requerimientos	18	Jul. 12	Jul. 30
3.3	Borrador a papel de interfaces	3	Jul. 13	Jul. 16
3.4	Análisis de BD	14	Jul. 17	Ago. 01
3.5	Diseño de interfaces	29	Ago. 02	Ago. 31
3.6	Diseño de BD	29	Ago. 02	Ago. 31
3.7	Diseño de imágenes	29	Ago. 02	Ago. 31
4	Diseño pedagógico		Sep. 03	Nov. 30
4.1	Obtención de necesidades educativas	15	Sep. 04	Sep. 19
4.2	Análisis de necesidades	15	Sep. 05	Sep. 20
4.3	Diseño y planeación didáctica	15	Sep. 06	Sep. 21
4.4	Diseño de presentación de información	15	Sep. 07	Sep. 22
4.6	Diseño de actividades pedagógicas	15	Sep. 08	Sep. 23
4.7	Distribución de actividades en sistema	15	Sep. 09	Sep. 24
5	Diseño y programación		Sep. 03	Nov. 30
5.1	Elaboración de BD	15	Sep. 25	Oct. 10
5.2	Elaboración de imágenes	15	Sep. 26	Oct. 11
5.3	Llenado de campos pilotos en BD	15	Sep. 27	Oct. 12
5.4	Elaboración de interfaces	17	Sep. 28	Oct. 15
5.5	Conexión de BD e interfaces	15	Oct. 01	Oct. 16
5.6	Prueba piloto 1	15	Oct. 02	Oct. 17
5.7	Corrección de errores	15	Oct. 03	Oct. 18
5.8	Elaboración de interfaces	15	Oct. 04	Oct. 19
5.9	Conexión de BD e interfaces	4	Oct. 22	Oct. 26
5.1	Prueba piloto 2	25	Nov. 05	Nov. 30



6	Montaje en servidor		Dic. 03	Feb.28
6.1	Contacto con servidor	4	Dic. 03	Dic. 07
6.2	Montaje con servidor	4	Dic. 10	Dic. 14
6.3	Prueba piloto	52	Ene. 07	Feb.28
7	Pruebas de campo		Mar. 04	Jul. 28
7.1	Prueba campo por cliente	27	Mar. 04	Jun. 03
7.2	Especificación de detalles	54	Jun. 04	Jul. 28
7.3	Corrección de detalles	54	Jun. 04	Jul. 28
8	Empaquetado y finalización		Ago. 02	Sept. 13
8.1	Documentación	41	Ago. 02	Sept. 12
8.2	Entrega de documentación y software	1	Sep. 13	Sept. 13



Estimación de Costos del Proyecto

Cve	ISW	Cantidad	P.U.	Total	%
1	Entrevistas y Análisis primarios	1			
1.1	Entrevista con el cliente	1	\$ 200.00		0.12%
1.2	Análisis de requerimientos del cliente	1	\$ 500.00		0.31%
1.3	Borrador a papel del proyecto	1	\$ 500.00		0.31%
1.4	Entrevista con el cliente junto con el analista	1	\$ 700.00		0.43%
1.5	Presentación de borrador final al cliente	1	\$ 200.00	\$ 2,100.00	0.12%
2	Diseño pedagógico				
2.1	Obtención de necesidades educativas	1	\$ 1,000.00		0.61%
2.2	Análisis de necesidades	1	\$ 2,500.00		1.54%
2.3	Diseño y planeación didáctica	1	\$ 5,000.00		3.07%
2.4	Diseño de presentación de información	1	\$ 4,000.00		2.46%
2.5	Diseño de actividades pedagógicas	1	\$ 6,000.00		3.69%
2.6	Distribución de actividades en sistema	1	\$ 2,500.00	\$ 21,000.00	1.54%
3	Diseño y programación				
3.1	Listado de requerimientos	1	\$ 500.00		0.31%
3.2	Análisis de requerimientos	1	\$ 1,000.00		0.61%
3.3	Borrador a papel de las interfaces	1	\$ 500.00		0.31%
3.4	Análisis de BD	1	\$ 2,000.00		1.23%
3.5	Diseño de imágenes	1	\$ 2,000.00		1.23%
3.6	Llenado de campos piloto en BD	1	\$ 1,000.00		0.61%
3.7	Elaboración de interfaces	1	\$ 2,500.00		1.54%
3.8	Conexión de BD e interfaces	1	\$ 1,000.00	\$ 10,500.00	0.61%
4	Pruebas piloto sin servidor				
4.1	Prueba piloto del sistema	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	1.84%
5	Contacto y montaje en servidor				
5.1	Contacto y entrevistas con el proveedor del servidor	1	\$ 500.00		0.31%
5.2	Montaje en servidor	1	\$ 2,000.00	\$ 2,500.00	1.23%
6	Pruebas piloto				
6.1	Prueba piloto del sistema	1	\$ 3,000.00		1.84%
6.2	Prueba piloto por el cliente	1	\$ 1,000.00	\$ 4,000.00	0.61%
7	Entrevistas y pruebas finales				



7.1	Especificación de detalles y entrevistas con el cliente	1	\$ 1,000.00		0.61%
7.2	Corrección de detalles	1	\$ 3,000.00	\$ 4,000.00	1.84%
8	Documentación y entrega de proyecto				
8.1	Realización de documentación	1	\$ 2,500.00		1.54%
8.2	Prueba general del sistema	1	\$ 2,000.00		1.23%
8.3	Entrega de documentación y software de respaldo	1	\$ 700.00		0.43%
8.4	Entrevista final con el cliente	1	\$ 500.00	\$ 5,700.00	0.31%
9	Sueldos y salarios totales*		\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	61.43%
10	Gastos adicionales		\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	6.14%
			Gran Total	\$ 162,800.00	100.0%



Matriz de Administración de Riesgos del Proyecto

RIESGO	POSIBLES RESPUESTAS	PLAN DE ACCIÓN	RESPONSABLE
No realizar en tiempo y forma los análisis respectivos	Evitar la continuidad del proyecto, evitando decisiones apresuradas para la programación y diseño	Establecer fecha límite, considerando una tolerancia de 3 días hábiles	Gerente de proyecto y analista
Las imágenes diseñadas no son acordes con el sistema propuesto	No utilizar imágenes sin la validación del cliente o equipo de trabajo	Supervisar frecuentemente el avance sobre el diseño de las imágenes. Mantener al tanto al diseñador, las características mínimas que debe cumplir las imágenes diseñadas	Gerente de proyecto, analista y diseñador
No llegar a un acuerdo con el proveedor del servidor	Tener alternativas de al menos 3 proveedores del servidor Mantener en acción al equipo de trabajo, con los elementos restantes	Contactar a diferentes proveedores, además del propuesto y elegido Utilizar equipo de cómputo que funja como servidor para pruebas piloto	Programador y Analista
Baja usabilidad para los usuarios finales	Evitar ideas que no estén apegadas a lo solicitado diseño se refiere, asegurar una fácil interacción con la interfaz.	Aseverar el diseño a los requerimientos solicitados y características del usuario final	Diseñador
Errores en el funcionamiento por programación errónea	Evitar el reciclado de códigos, utilizando programación única para el proyecto establecido	Analizar a fondo el tipo de programación que llevara el sistema	Programador
Falta de información en la documentación	No omitir ningún punto dentro de la documentación, aunque sean puntos banales o ambiguos	Mantener toda la información clara dentro de la documentación y dar visto bueno por cualquier integrante del equipo de trabajo	Gerente de proyecto, analista, programador y diseñador
Escatimar en el control de calidad	Inspeccionar el mayor número de veces la calidad del sistema, apoyándose de rúbricas u otra métrica	Utilizar las rubricas y metodologías adecuadas para el seguimiento del desarrollo del sistema	Programador y analista



Motivación débil	Atender de manera personal las dificultades que presenten los empleados durante el desarrollo del sistema. Tomar en consideración los planes motivacionales para equipos de trabajo y el empleado dando una zona de bienestar y confort	Implementar alguno de las metodologías de motivación para los empleados	Gerente del proyecto
------------------	---	---	----------------------



Anexo B. Validación por expertos

El siguiente cuestionario contiene preguntas clave para medir el nivel de conocimiento en tópicos específicos sobre hongos.

Historia

Objetivo: conocer conceptos básicos sobre hongos, tales como: etimología y aspectos del reino fungí.

1. La palabra fungí viene del latín fungus, que significa _____
 - a)Reino
 - b)Especie
 - c)Hongo

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	4	2	3	3	4

2. ¿Los hongos pueden ser clasificados como plantas?
 - a)Sí, algunos de ellos
 - b)No, porque sus características los hacen más parecidos a los animales
 - c)No, porque sus características tienen características propias, distintas a las de las plantas o animales

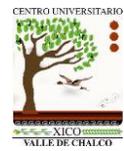
EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	4	3	4	3	4

3. ¿A qué reino pertenecen los hongos?
 - a)Fungí
 - b)Protista
 - c)Monera

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	3	3	3	2	3

4. El reino de los hongos está conformado por organismos...
 - a)Unicelulares
 - b)Unicelulares y pluricelulares
 - c)Pluricelulares

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	5	5	5	4	5



Características

Objetivo: identificar sus caracteres biológicos básicos.

1. ¿Cuál es la principal característica de los hongos?

- a) Hifas
- b) Micelio
- c) Cono

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	4	4	5	5	4

2. Las células de los hongos tienen dos núcleos, mismos que guardan...

- a) Información genética de ambos parentales
- b) A los parentales
- c) Esporas

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	3	5	4	4	4

3. Los hongos se reproducen a través de _____ que se esparcen en el ambiente.

- a) Enzimas
- b) Esporas
- c) Conidióforos

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	4	4	5	5	4

4. ¿Cómo actúan las enzimas en el proceso de nutrición de los hongos?

- a) Ayudan en la fotosíntesis
- b) Degradan compuestos
- c) Digieren nutrientes

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	3	3	3	4	4



Diversidad

Objetivo: dar a conocer el número existentes globales, así como la división de estas, y la relación con la diversidad cultural en México.

1. ¿Cuáles son los dos factores que permiten que México posea el segundo lugar en hongos comestibles a nivel mundial?
 - a) El conocimiento e investigación
 - b) Diversidad cultural e investigación
 - c) Diversidad cultural y Diversidad biológica

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	1	2	1	1	2

2. ¿Cuántas especies de hongos comestibles se conocen actualmente?
 - a) Dos mil
 - b) Más de un millón
 - c) Noventa mil

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	3	4	2	3	3

3. ¿Cuál es el país con mayor cantidad de hongos comestibles?
 - a) China
 - b) México
 - c) España

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	4	4	4	3	4

4. ¿Cómo se relaciona la diversidad cultural con la conservación de los hongos?
 - a) Los grupos indígenas manejan sus recursos naturales, por lo que tienen un gran conocimiento sobre los hongos.
 - b) La diversidad biológica se relaciona directamente con la diversidad cultural
 - c) Los hongos eran sagrados en el periodo prehispánico

EXPERTO	I	II	III	IV	V
CALIFICACIÓN	1	2	1	1	2



Anexo C. System Usability Scale

1. Creo que usaría este *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]* frecuentemente

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------

2. Encuentro este *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]* innecesariamente complejo

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------

3. Creo que el *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]* fue fácil de usar

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------

4. Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar este *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]*

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------

5. Las funciones de este *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]* están bien integradas

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------

6. Creo que el *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]* es muy inconsistente

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------

7. Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]* en forma muy rápida

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------



8. Encuentro que el *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]* es muy difícil de usar

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------

9. Me siento confiado al usar este *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]*

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------

10. Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar este *[sistema, objeto, dispositivo, aplicación]*

1 (Totalmente en desacuerdo)	2 (Desacuerdo)	3 (Neutral)	4 (De acuerdo)	5 (Totalmente de acuerdo)
---------------------------------	-------------------	----------------	-------------------	------------------------------



Anexo D. Cuestionario abierto

1. ¿Piensas que el diseño de la página web identifica adecuadamente tu perfil y características, por qué?
2. ¿La página web te permite la personalización de la misma, sí, no, te gustaría que lo permitiera, por qué?
3. ¿Piensas que la página web promueve el uso de estrategias de aprendizaje comunicativas? Por ejemplo: preguntar a un compañero, ¿o es individual, por qué?
4. ¿Los temas utilizan ejemplos y casos prácticos para tu comprensión de los mismos, por qué?
5. ¿El diseño de la página web toma en consideración diferentes roles, por qué?
6. ¿Consideras que las unidades de estudio y temas están ordenadas de manera correcta y entendible, por qué?

Anexo E. Artículo publicado en la revista de Programación Matemática y Software

Desarrollo de un sistema de Instrucción Asistida por Computadora para apoyar al proceso de enseñanza-aprendizaje sobre temas relacionados con hongos

Development of a Computer Aided Instruction system to support the teaching-learning process on topics related to fungi

Daniel Benito Moran, Anabelem Soberanes Martín
Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario Valle de Chalco

Correo-e: frdanielbenitomoran@gmail.com; asoberanesm@uaemex.mx

PALABRAS CLAVE

Enseñanza asistida por ordenador, Micología, Tecnología Educativa.

RESUMEN

El artículo es el resultado de un análisis de requerimientos, diseño e implementación de un sistema de Instrucción Asistida por Computadora que sirva de apoyo para la enseñanza de conceptos básicos relacionados con los hongos (tales como: etimología, diversidad, características, entre otros), utilizando la metodología en espiral para su desarrollo. Con la finalidad de fomentar el aprendizaje, el sistema toma en cuenta el canal de aprendizaje del usuario adaptando la presentación de las actividades, brindando retroalimentación y guardando el avance del estudiante. Por último, mediante las técnicas de caja blanca y caja negra se buscaron fallas en el sistema, se realizaron 20 de cada prueba mencionada; durante las primeras 15 pruebas de cada técnica, se encontraron fallos, los cuales fueron reparados y las restantes fueron de control.

KEY WORDS

Computer-assisted teaching, Mycology, Educational Technology.

ABSTRACT

This article is the result of a requirements analysis, design and implementation of a Computer Assisted Instruction system which supports the teaching of basic concepts related to fungi (such as: etymology, diversity, characteristics, etc.), using spiral methodology for its development. In order to promote learning, system takes user's learning channel into consideration, adapting the activities presentation, providing feedback and keeping student's progress. Finally, by means of white box and black box techniques, flaws were searched for in the system, 20 of each mentioned test were performed; during the first 15 test of each technique, failures were found, which were repaired and the rest of them were control

Recibido: 1 de agosto de 2018 Aceptado: 10 de enero de 2019 Publicado en línea: 28 de febrero de 2019

1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico es fundamental para el progreso económico y social de cualquier nación, mediante él se resuelven problemáticas sociales o se simplifican tareas, sin embargo, en México no se ha alcanzado el nivel de crecimiento en materia de ciencia que podría lograrse, esto debido a diversos factores, como la falta de inversión o la escasa cultura sobre el quehacer científico [1]. Esta problemática alcanza también al ámbito del desarrollo tecnológico, el uso y aplicación de tecnología está expandiéndose constantemente en distintos campos, ejemplos de ellos son el área médica, la aeronáutica, usos militares, arquitectura, agricultura, y educación.

Por otra parte, el desarrollo social y científico están ligados, en el caso de la educación, México enfrenta diversos problemas de distinta índole, falta de instalaciones de calidad, carencia de recursos, disidencia sindical y poca capacitación de los profesores, son algunos de ellos [2]. En esta última problemática, la tecnología adquiere un papel relevante a través de la creación de sistemas que ayudan al docente a desempeñar su labor, los Sistemas de Instrucción Asistida por Computadora (CAI, *Computer-Assisted Instruction*), definido como “la aplicación de un programa o conjunto de programas que buscan llevar a cabo el aprendizaje de una manera más fácil y rápida. Esto mediante la creación de lecciones que ayuden al estudiante a adquirir o reforzar un conocimiento en particular” [3]. Se explica su funcionamiento como un proceso, en cual, primero se presenta información acompañada de preguntas en la pantalla de la computadora, luego el alumno revisa la información y da respuesta a las preguntas, finalmente la computadora acepta las respuestas, las

analiza y brinda retroalimentación al alumno, además de registrar su avance [4].

Un CAI no sustituye al docente en su labor, más bien cambia su papel en el proceso de enseñanza aprendizaje, situándolo como una guía que aporta sus habilidades, conocimientos y experiencias, además de observar que el alumno haga uso óptimo del mismo [5]. Los primeros aportes de los CAI se empezaron a desarrollar a finales de los 50's se empleó en el sistema de enseñanza de Aritmética Binaria. Por otra parte, se desarrolla el lenguaje *Coursewriter* con el fin de favorecer a los docentes en la planificación de componentes pedagógicos. A principios de los 60's *Systems Development Corporation* experimentó con una computadora que manipulaba un proyector diapositivas para un discente; más adelante, esta compañía crea el proyecto CLASS que hacía lo mencionado, pero ahora con 20 estudiantes. El laboratorio se ideó con el fin de investigar variadas propuestas educativas [6]. En la universidad de Illinois se desarrolló PLATO, un proyecto que pasó por varias etapas y se consumó como la primera pantalla de plasma interactiva táctil. Durante los años 60 la enseñanza con ayuda de las computadoras fue el tema y recurso central en las universidades de Estados Unidos [7][8]. De la misma forma, en la enseñanza a alumnos con problemas de aprendizaje, Schiffman, Tobin y Buchanan indican que una computadora brinda ventajas en la instrucción en niños con este tipo de problemas, Kolich también menciona que una computadora es un recurso instruccional efectivo; estos autores realizaron un experimento en cual capacitaron a profesores de Johns Hopkins University en el uso de esta herramienta. Todo esto con ayuda de los institutos y empresas que preveían la gran importancia que tendría la tecnología educativa en la sociedad [4].

En la actualidad, cualquier sistema que sirva como apoyo tanto para al alumno como para el profesor dentro de un entorno de aprendizaje, y que contenga las características mencionadas, podría denominarse como un CAI. Lo anterior sienta las bases para mostrar la utilidad de un CAI en el proceso enseñanza-aprendizaje, sin distinción del área de estudio, por ejemplo, la biología que es el caso de interés de este artículo, específicamente el reino fungí. Los hongos son una especie importante en diferentes aspectos, un ejemplo de ello es en el medio ambiente, de acuerdo con Alcántara alrededor del 80% de las plantas vasculares (raíz, tallo y hojas) mantienen una relación cercana con los hongos, ya que estos les ayudan a resistir factores climatológicos y las protegen de bacterias e insectos [9]. Aunado a lo dicho, una parte sustancial del conocimiento existente en materia fúngica fue adquirido empíricamente por los habitantes y transmitido oralmente por generaciones [10], la Red de recursos fúngicos de la región centro de México menciona que es de suma importancia difundir y transmitir los conocimientos, tanto científicos como tradicionales, identificar a nivel taxonómico a los hongos y saber cuáles son benéficos y cuales peligrosos, razón por la cual una plataforma web sería un apoyo para enseñar y difundir los conocimientos sobre hongos, socializando el conocimiento de una manera innovadora. Es por esto que el CAI sería un auxiliar en la conservación y difusión de conocimientos sobre hongos al recabar información de diversa índole sobre ellos, además de un apoyo para el docente.

2 METODOLOGÍA

En esta sección se muestra el proceso de diseño de un CAI que busca difundir conocimientos sobre hongos y fungir como un apoyo para el docente de educación

media superior y superior. Se desarrolló el primer módulo que contiene los siguientes tópicos: historia (conceptos esenciales y básicos), características y diversidad, mismos que fueron seleccionados acorde al temario de Microbiología y Parasitología desarrollado por la Facultad de Medicina de la UNAM [11]. Los contenidos de los tópicos fueron elegidos por expertos en el tema.

Por otra parte, en el sistema, el estudiante iniciará sesión con un usuario y contraseña, si es su primer ingreso al sistema, el CAI mostrará un test que definirá su canal principal de aprendizaje, después con base en el resultado, se mostrará un pre-test sobre conocimientos de hongos, mismo que ya contendrá las características de su estilo de aprendizaje, en este caso el color en que se presenta el cuestionario, una vez que haya realizado la evaluación diagnóstica el CAI ubicará al estudiante, según su nivel de conocimiento, en cualquiera de los tópicos mencionados, las actividades y la presentación de la información se mostrarán acorde a su canal (visual, auditivo o kinestésico). Por último, se realizó una evaluación que determinará la calificación del alumno, si esta es mayor a 7 se le permitirá avanzar al siguiente módulo, en caso contrario permanecerá en el módulo y por consecuente volverá a realizar la evaluación final. Esta calificación mínima busca que el alumno haya aprendido lo elemental de los temas mostrados; se determinó con base en la asignación de [12].

En primera instancia se realizó el análisis de requerimientos, la primera parte es la evaluación diagnóstica en la que se aplica la siguiente prueba de conocimiento sobre hongos, con preguntas cerradas, para saber el dominio de tema del estudiante. Cada tópico contiene cuatro preguntas las cuales fueron sometidas a evaluación de expertos (mediante de la escala Likert de 1 a 5, donde uno es la

calificación más baja y 5 la más alta) para saber el nivel de confiabilidad del cuestionario, los resultados son los siguientes:

Tabla 1. Calificaciones del tema Historia

Experto	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Sumatoria	Alfa de Cronbach
I	4	4	3	5	16	0.76767
II	2	3	3	5	13	
III	3	4	3	5	15	
IV	3	3	2	4	12	
V	4	4	3	5	16	
Varianza	0.7	0.3	0.2	0.2		

Tabla 2. Calificaciones del tema Características

Experto	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Sumatoria	Alfa de Cronbach
I	4	3	4	3	14	0.4848
II	4	5	4	3	16	
III	5	4	5	3	17	
IV	5	4	5	4	18	
V	4	4	4	4	16	
Varianza	0.3	0.5	0.3	0.3		

Tabla 3. Calificaciones del tema Diversidad

Experto	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Sumatoria	Alfa de Cronbach
I	1	3	4	1	9	0.8081
II	2	4	4	2	12	
III	1	2	4	1	8	
IV	1	3	3	1	8	
V	2	3	4	2	11	
Varianza	0.3	0.5	0.2	0.3		

Se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach para medir el nivel de confiabilidad del cuestionario sobre conocimientos previos, se calculó mediante la fórmula $\alpha = \frac{K}{K-1} [1 - \frac{\sum Vi}{Vt}]$ donde K es el número de preguntas, Vi es la varianza de cada pregunta y Vt es la varianza de la sumatoria. Según los criterios establecidos de niveles de confiabilidad con alfa de Cronbach [13], las preguntas del tema historia son aceptables, mientras que las del tema de diversidad son buenas, si bien los coeficientes son aceptables, están secciones pueden ser mejoradas, por lo cual serán mínimamente modificadas. Por otro lado, las preguntas correspondientes

al tema características, presentan un coeficiente bajo, razón por la cual se revisarán y reestructurarán para ser nuevamente validadas por expertos.

Para obtener mejores resultados de aprendizaje, se realiza un test desarrollado por Lynn O'Brien (1990) con el fin de determinar el canal de aprendizaje de preferencia del usuario, este test consiste en 36 reactivos, y se responde con escala Likert, donde 1 es "casi nunca", 2 "rara vez", 3 "a veces", 4 "frecuentemente" y 5 "casi siempre"; fue elegido por el tipo de lenguaje que utiliza, pues es comprensible para alumnos de educación media superior y superior, lo último en recomendación de la Maestra en Pedagogía Hilaria Pérez Ruíz.

El CAI tiene como objetivo final ser un apoyo didáctico en la enseñanza a estudiantes de nivel licenciatura y medio superior: historia y características principales de los hongos, además de su diversidad. Para ello se plantearon algunas metas como situar al estudiante en el concepto correcto de hongo; presentar las principales diferencias sobre la diversidad de hongos existente; brindar información sobre el reino fungí, esto mediante vídeos, actividades, audios, entre otros); y obtener indicadores de aprendizaje del estudiante, comparando su evaluación inicial con la final. Las principales características del CAI son las siguientes: está implementado en un ambiente web; busca ser amigable con el usuario en aspectos como navegación intuitiva y diseño atractivo; los resultados son almacenados en una base de datos (BD) y sometidos a un análisis para determinar el avance del alumno; el CAI permite el acceso únicamente a usuarios que se encuentren registrados, puesto que, con base en el identificador o nombre de usuario, el sistema registra el avance y calificaciones.

El diseño tomó en cuenta la necesidad que busca satisfacerse, con base en el análisis de requerimientos que se efectuó, se utilizaron diagramas UML para describir casos de usos. Un ejemplo es el presentado en la figura 1, donde se explica de manera general cómo se interactúa con el CAI.

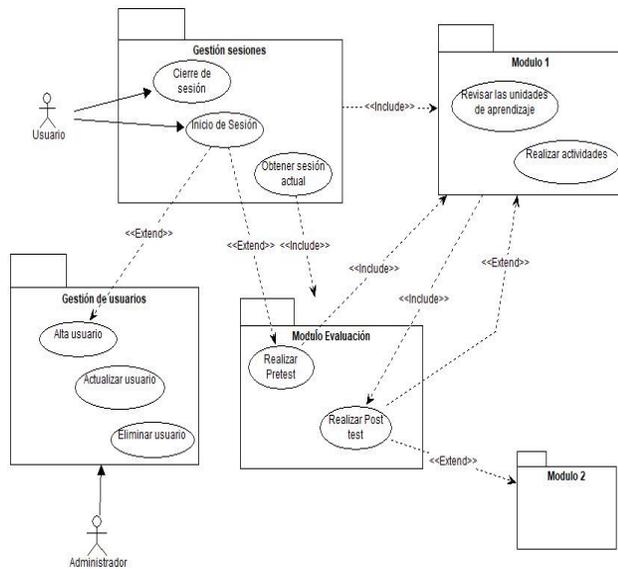


Figura 1. Interacción con el CAI

Lo siguiente que se modeló fue la BD, donde se tomó en cuenta las necesidades del CAI para la gestión de la información. Se toma en cuenta los inicios de sesión y el progreso, así como la calificación del estudiante; lo anterior, modelado en un diagrama entidad relación (figura 2).

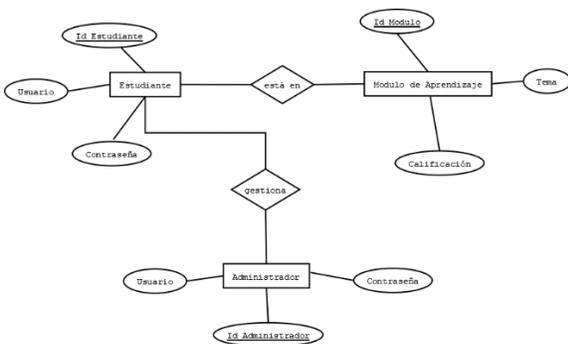


Figura 2. Diagrama entidad relación del CAI

Por último, en la fase de implementación se lleva a cabo lo diseñado en la fase anterior, se utilizó codificación en lenguaje HTML, JavaScript y PHP para cumplir con las funciones del CAI; y MySQL que funge como el Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD). La estructura del CAI descrita anteriormente, se muestra en las imágenes subsecuentes, por ejemplo, en la figura 3 se muestra el inicio de sesión del CAI. En este punto se eligieron colores específicos, ya que se ha demostrado que influye en el aprendizaje del alumno. Por ejemplo, se ha elegido verde para los estudiantes visuales, puesto que este color representa crecimiento, equilibrio y tranquilidad, por lo tanto, se deduce que, para mantener un balance entre los componentes en el CAI para los estudiantes con canal de aprendizaje visual, cuyas características son abstraer y planificar, el color elegido les ayuda a hacerlo.

Por otro lado, la presentación y las actividades a realizar, también tiene las características de este mismo canal, algunas de ellas son: para los visuales el tema es presentado mediante videos (figura 4) y una de sus actividades es un crucigrama (figura 5); para los auditivos la presentación de la información es con un audio y un tipo de actividad es un dictado; por último para los kinestésicos, se conjuntan la presentación de la información con las actividades llamados videoquiz (figura 6a, figura 6b), en donde durante la reproducción del video se muestran preguntas de lo que se ha presentado, esto con base en que los estudiantes con este canal de aprendizaje necesitan ser participantes activos del tema [14][15][16]; las actividades descritas, se desarrollaron en EducaPlay. Por último, se presenta el mensaje de primer módulo aprobado (figura 7) y el inicio del módulo dos (figura 8).



Figura 3. Pantalla inicial.

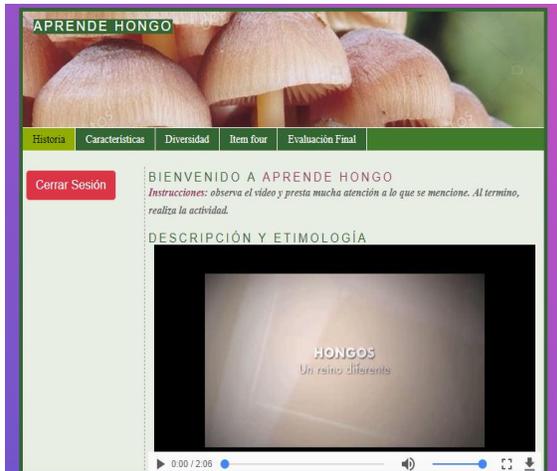


Figura 4. Temas del módulo uno.



Figura 6a. Actividad y presentación de información para estudiantes kinestésicos.

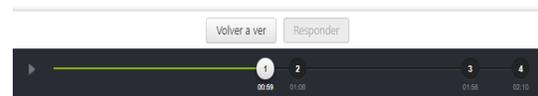


Figura 6b. Actividad y presentación de información para estudiantes kinestésicos.

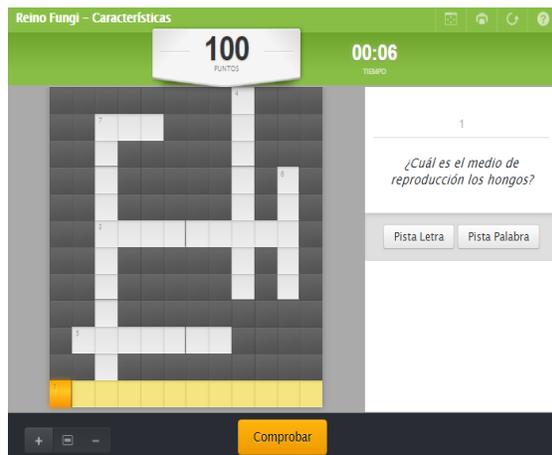


Figura 5. Actividad para estudiantes visuales.

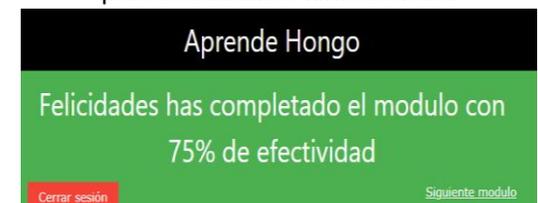


Figura 7. Calificación satisfactoria del módulo.



Figura 8. Inicio del segmento dos.

3 RESULTADOS

Se realizaron pruebas mediante las técnicas denominadas caja blanca y caja negra para detectar fallos en la plataforma; las pruebas de caja blanca comprueban que las unidades internas se implementen correctamente, así como estructuras y relaciones, con el fin de reducir errores internos, mientras que las pruebas de caja negra revisan las funciones externas, que el software contenga las especificaciones necesarias y que cumpla con los requerimientos del usuario [17].

Se llevaron a cabo 20 pruebas con cada técnica; en las primeras 15 de cada tipo se detectaron fallos, mismos que se corrigieron, para después realizar 5 más como pruebas de control para verificar la eliminación de errores en el sistema. Algunos de estos fallos fueron: al implementar pruebas de caja blanca en el registro de usuario no se encontraron problemas, sin embargo, con las de caja negra, al registrar un usuario previamente inscrito, el sistema permitió el acceso. En una prueba de caja blanca, el usuario ingreso al sistema, realizo actividades del módulo y cerró sesión, luego entró que automáticamente determine si hay un avance, todo esto con base en el comportamiento del alumno dentro del sistema.

Nuevamente y la plataforma lo colocó al inicio del módulo, la plataforma registra el avance del usuario para terminar cada módulo de aprendizaje. Con pruebas de ambas técnicas en los resultados del examen final, se verificó que el sistema no permite avanzar al siguiente módulo si no se obtiene un resultado satisfactorio en la última evaluación.

4 CONCLUSIONES

Después de realizar evaluaciones operacionales del CAI y utilizar los métodos mencionados para su análisis, diseño e

implementación, se concluye que se incluyen todos los aspectos que el usuario menciona como sus necesidades para el primer módulo. Asimismo, la validación de cuestionarios por expertos y sustentar la investigación por medio de bibliografía especializada en tópicos distintos al desarrollo tecnológico, como lo fueron: Micología, Pedagogía, Estadística, entre otras, hacen que el sistema sea más fiable en el cumplimiento de su objetivo principal. Por otra parte, esta es la primera etapa de la investigación, puesto que en etapas posteriores se incorporarán módulos adicionales, replicando el realizado. Además de incluir indicadores que permitan verificar si existe aprendizaje significativo, dando pauta a que este CAI pueda evolucionar a un Sistema Tutorial Inteligente (STI), integrando el módulo experto, módulo estudiante y módulo tutor [18]. Esto se hará identificando cada uno de los componentes e incorporándolos a lo realizado; además de implementar un mecanismo de inteligencia artificial para hacer inferencias sobre el nivel de conocimientos del estudiante y de

REFERENCIAS

- [1] Aldana, M. ¿Qué le falta a la ciencia en México? *Temas*. 2012, (69), 26-30.
- [2] Nájjar, A. Los 4 problemas de fondo de la educación en México que la mayor inversión en la historia no puede resolver. *BBC*. Recuperado de <https://goo.gl/oMk2Es> el 22 junio 2018.
- [3] Ayala, V., González, L. *Herramienta para la generación de lecciones de español bajo el esquema establecido por el CSLR* (Tesis de licenciatura). Universidad de las Américas Puebla. 2003. Recuperado de UDLAP Bibliotecas <https://goo.gl/1Rjq7Q> el 13 julio 2018.
- [4] Oblitas, L., Bruner, C. Instrucción asistida por computadora y problemas de aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Psicología*. 1989, (1), 75-85. Recuperado de <https://goo.gl/CJGfCi> el 13 julio 2018.
- [5] Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos Universidad de Alicante. Enseñanza asistida por ordenador. *Nuevas tecnologías aplicadas a educación*. 2006-2007.
- [6] Bushnell, D., Cogswell, J. A Computer-Based Laboratory for Automation in School Systems. *Audio Visual Communication Review*. 1961, (4), 173-185.
- [7] Bitzer, D., Braunfeld, P., Lichtenberger, W. PLATO: An Automatic Teaching Device. *Transactions On Education*, 1961, (4), 157-161.
- [8] Crowder, N.A. *Programmed learning and computer-based instruction*. New York: John Wiley and Sons, 1962.
- [9] Alcántara, M. Importancia de los hongos. *Ecologistas en acción*. 2010, (66), 56-57. Recuperado de <https://goo.gl/BJG9Uo> el 13 julio 2018.
- [10] Guzmán, G. La diversidad de hongos en México. *Ciencias*. 1995, (39), 52-57. Recuperado de <https://goo.gl/1HYVxC> 13 julio 2018.
- [11] Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina. *Programa Académico de la asignatura de Microbiología y Parasitología*. Universidad Nacional Autónoma de México. 2016.
- [12] Medina-Díaz, M., Verdejo-Carrión, A. *Evaluación del aprendizaje estudiantil*. Puerto Rico: Isla Negra. 2001.
- [13] George, D., Mallery, P. *SPSS for Windows step by step. A simple guide and reference*.
- [14] Martínez, J. El color, una gama entrañable uso para el aprendizaje. *Revista educación virtual*. Recuperado el 18 julio 2018, de <https://goo.gl/v9MCQy> , 8 septiembre 2016.
- [15] Pérez, L. Estilos de aprendizaje: visual, auditivo y kinestésico. ¿Cuál eres tú? *Blog UNITEC*. Recuperado el 19 julio 2018, de <https://goo.gl/zDrPVL> , 9 enero 2018.
- [16] Heller, E. *Psicología del color. Cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón*. Barcelona: Gustavo Gili. 2004.
- [17] Rodríguez, E. Estrategias y técnicas de prueba de software. *CINVESTAV Tamaulipas*. 2012.
- [18] Parra, E. Sistemas Tutoriales Inteligentes, un aporte de la inteligencia artificial para la mediación pedagógica. *Revista Virtual Católica del Noche*. 2004, (12). Recuperado de <https://goo.gl/3zFwac>, el 30 julio 2018.

Acerca de los autores



Daniel Benito Moran. Ingeniero en Computación, por la Universidad Autónoma del Estado de México.

Estudiante de tercer semestre de la Maestría en Ciencias de la Computación con especialidad en Tecnología Educativa por la Universidad Autónoma del Estado de México en el Centro Universitario Valle de Chalco. Participante del XVIII y XIX Verano de la investigación científica y tecnológica del pacífico en la Universidad de Guadalajara y en el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica respectivamente. Además, ponente en el Congreso Nacional del XVIII Verano de la investigación científica y tecnológica del pacífico, aunado de la participación en el X Conferencia Conjunta Internacional sobre Tecnologías y Aprendizaje en Cartago, Costa Rica. Certificado en *Teaching Knowledge Test* (TKT) nivel uno y dos (*module one and two*), con calificación tres de cuatro (*band three*). Por último, experiencia impartiendo clase en nivel medio superior y superior en Escuela Mexicana de Computación e Informática Avanzada (E.M.C.I.A.).



Anabelem Soberanes Martín. Licenciada en Sistemas de Computación

Administrativa, por la Universidad del Valle de México. Maestra en Educación por la Universidad de las Américas, la Maestría en Ciencias de la Computación en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Doctora en Ciencias de la Educación por el Colegio de Estudios de Posgrado de la Ciudad de México, Reconocimiento Perfil Deseable (PRODEP), miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI-I), Certificada como Coordinadora de Actividad a Distancia (San Diego Global Knowledge University), Certificada como Instructora de Cursos Presenciales (CONOCER), labora en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco de la Universidad Autónoma del Estado de México. Integrante del Cuerpo Académico Cómputo Aplicado con grado Consolidado, desempeñó cargos de coordinadora de licenciatura, subdirectora académica y líder de cuerpo académico, actualmente profesora de tiempo completo, imparte docencia en las licenciaturas; Ingeniería en computación e Informática administrativa, en la maestría y doctorado en Ciencias de la Computación, es coordinadora de la licenciatura en Informática Administrativa.



Universidad Autónoma del Estado de México

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

Otorga la presente

Constancia

A Daniel Benito Morán

Por su participación con la ponencia denominada **«Desarrollo de una plataforma de intercomunicación para difundir conocimientos sobre hongos silvestres comestibles en la región centro de México»** presentada dentro del **Coloquio de la Maestría en Ciencias de la Computación, Edición 2018-A** celebrado en este Centro Universitario UAEM Valle de Chalco el día 07 de junio de 2018

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2018, Año del 190 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"

DR. EN C. RENÉ GUADALUPE CRUZ FLORES
Director



VALLE DE CHALCO
DIRECCIÓN





Universidad Autónoma del Estado de México

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

Otorga la presente

Constancia

A Daniel Benito Moran

Por su participación con la ponencia denominada **Desarrollo de un sistema web desde el enfoque de tecnología educativa para difundir información sobre el reino fungi** presentada dentro del **Coloquio de la Maestría y Doctorado en Ciencias de la Computación, Edición 2019-A** celebrado en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, el día 13 de junio de 2019.

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2019, Año del 75 Aniversario de la Autonomía de la UAEM"

DR. EN C. RENÉ GUADALUPE CRUZ FLORES
DIRECTOR





Universidad Autónoma del Estado de México
 A través del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

Otorga la presente

Constancia

A: Daniel Benito Moran

Por asistir al taller denominado

“Redacción de textos científicos”

impartido dentro del 2do Coloquio Internacional sobre Tendencias Actuales del Cómputo Científico (CITACC 2017), llevado a cabo en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, el 13 de noviembre del 2017.

“PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO”

“2017, año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”

DRA. ANABELEM SOBERANES MARTÍN
 Líder CA Cómputo Aplicado

DR. GERARDO REYES RUIZ
 Líder CA Sistemas Complejos, innovación y sustentabilidad

DR. WILLIAM DE LA CRUZ DE LOS SANTOS
 Líder del CA Cómputo Científico y sus Aplicaciones





8. REFERENCIAS

- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J., & Valenzuela, R. (2014). *Biodiversidad de hongos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad*. Recuperado de <https://goo.gl/2Qd72j> el 11 de diciembre de 2017.
- Alterius. (2016). *Del Open Access al Sci-Hub: La democratización del conocimiento científico. Proyecto Alterius*. Recuperado de <https://goo.gl/nDSgzu> el 11 de diciembre de 2017.
- Benito, D., y Soberanes, A. (2019). Desarrollo de un sistema de Instrucción Asistida por Computadora para apoyar al proceso de enseñanza aprendizaje sobre temas relacionados con hongos. *Programación Matemática y Software*, (11), 59-67. Recuperado de <http://www.progmat.uaem.mx:8080/>
- Brooke, J. (1986). *System Usability Scale (SUS) | Usability.gov*. Recuperado de <https://goo.gl/Ht1uNj> el 28 de septiembre de 2019.
- Burns, H. & Capps, Ch. (1988). *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*. EUA: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Codd, E. (1970). *A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks*. *Information Retrieval*, (13), 377-387.
- David, P., y Foray, D. (2002). Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. *Revista Internacional De Ciencias Sociales*, (171). Recuperado de <https://goo.gl/x1C2w6> el 06 de noviembre de 2018.
- Declaración de Cancún de países megadiversos afines. (2002). In *Convenio sobre la diversidad biológica* (pp. 1-3). Cancún. Recuperado de <https://goo.gl/sNmBNd> el 5 de diciembre de 2017.



- EcuRed. (2017). *Proceso de enseñanza-aprendizaje* - EcuRed. Ecured.cu. Recuperado de <https://goo.gl/XtB6uH> el 3 de diciembre de 2017.
- EcuRed. (s/f). *Sistema informático* - EcuRed. Ecured.cu. Recuperado de <https://goo.gl/2j8vwH> el 4 de octubre de 2017.
- Fontela, C. (2011), *“UML, modelado de software para profesionales”*, (1st. ed.). Alfaomega.
- FunGe Uva. *Plataformas de Conocimiento UVA: suma de excelencia científica | Fundación General Universidad de Valladolid*. Funge.uva.es. Recuperado de <https://goo.gl/4bMxve> el 9 de diciembre de 2017.
- Galvis, A. (1997). *Ingeniería de software educativo* (1ra ed.). Santafé de Bogotá, D.C., Colombia: Ediciones Uniandes.
- García, J., Gargallo, B., García, A., y Sánchez, F. (2012). *Sociedad del conocimiento y educación*. Madrid: UNED.
- Gómez, M. (2011). *Notas del curso: Análisis de requerimientos*. (1ra ed.). México: Publidisa Mexicana S. A. de C.V.
- Gómez, M. (2013). *Notas del curso bases de datos* (1ra ed.). México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana. Oracle. (2018). Recuperado de <https://goo.gl/KV8TkF>
- Guzmán, G. (1995). La diversidad de hongos en México. *Ciencias*, 39, 52-57. Recuperado de <https://goo.gl/1HYVxC>
- Hernández, A. (2003). Los sistemas de información evolución y desarrollo. *Proyecto Social: Revista De Relaciones Laborales*, 10-11, 149-165. Recuperado de <https://goo.gl/7I9TtY>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4ta ed.). México: McGraw-Hill.
- Joyanes, L. (1998). *Programación Orientada a Objetos*. España: McGraw Hill.



- Kendall, K., y Kendall, J. (2011). *Análisis y diseño de sistemas* (8th ed.). México: Prentice Hall.
- Larrañaga, A. (2012). El modelo educativo frente a las nuevas estrategias de aprendizaje (Maestría). Universidad Internacional de la Rioja.
- Laureano, A. & de Arriaga, F. (2000). Reactive Agent Design for Intelligent Tutoring. *Systems. Cybernetics and Systems, an International Journal*, (31), 1-47.
- Marín, S. (2012). Apropiación social del conocimiento: una nueva dimensión de los archivos. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, (35), 55-62.
- Massachusetts Institute of Technology. (2017). *Sistema de Conocimiento | Sistema Global para Desarrollo Sustentable*. *Gssd.mit.edu*. Recuperado de <https://goo.gl/8kfGaW> el 3 de diciembre de 2017.
- Marotias, L. (2015). *Acceso abierto: un camino hacia la democratización del conocimiento científico*. www.educ.ar. Recuperado de <https://goo.gl/VJH8we> el 11 de diciembre de 2017.
- Martínez, J. (2018). El color, una gama entrañable uso para el aprendizaje: el uso de varias gamas de color puede ayudar a aprender. *Revista Educación Virtual*. Recuperado de <https://goo.gl/m4Atoj> el 13 enero del 2019.
- Mestre, U., Fonseca, J., y Valdés, P. (2007). *Entornos virtuales de enseñanza aprendizaje* (pp. 1-4). Ciudad de Las Tunas: Editorial Universitaria. Recuperado de <https://goo.gl/8xqZ2q> el 11 de diciembre de 2017.
- Mercado del Collado, R. (2016). Cursos masivos abiertos en línea: oportunidad o amenaza. *Universidades*, (70), 53-68.
- Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. (2017). *Plataformas tecnológicas*. Gobierno de España. Recuperado de <https://goo.gl/KNo3Gk> el 4 de diciembre de 2017.



- O'Brien L. (1990). *Test del Canal de Aprendizaje de preferencia – PNL*. Recuperado de <https://goo.gl/SKL6H3>
- Osores, M. (2017). *Reporte de IDC ofrece guía hacia la tercera plataforma. SearchDataCenter en español*. Recuperado de <https://goo.gl/DCpv7c> el 10 de diciembre de 2017.
- Parra, E. (2004). Sistemas Tutoriales Inteligentes, un aporte de la inteligencia artificial para la mediación pedagógica. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (12). Recuperado de <https://goo.gl/amcMLB> el 14 febrero del 2019
- Pérez, L. (2018). Estilos de aprendizaje: Visual, auditivo y kinestésico. ¿Cuál eres tú? [Blog]. Recuperado de <https://goo.gl/Aqtm75> el 2 abril 2018
- Petit, A. (2016). La Tercera Plataforma, una nueva era en la evolución de la tecnología. *Tecnología para Negocio*. Recuperado de <https://goo.gl/b3YXCf> el 24 de marzo de 2018
- Pinto, A. (2013). *Construcción colectiva de conocimiento*. Envigado, Antioquia: Institución Universitaria de Envigado.
- RAE. (2017). *Real Academia de la Lengua Española*. *Dle.rae.es*. Recuperado de <https://goo.gl/uhWq7X> el 10 de diciembre de 2017.
- Reinosa, E., Maldonado, C., Muñoz, R., Damiano, L., y Abrutsky, M. (2012). *Bases de datos* (1ra ed.). Buenos Aires: Alfaomega.
- Rodríguez, E. (2012). *Estrategias y técnicas de prueba del software*. Presentación, CINVESTAV-Tamaulipas.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (1999). *El lenguaje unificado de modelado* (1ra ed.). Madrid: Addison Wesley.
- S/A. (2018). *Entornos de aprendizaje | ECLKC*. Recuperado de <https://goo.gl/ttGhUk> el 13 de noviembre de 2018.



- Sánchez, I., Cabrera, J y Martínez, J. (2015). Ayudas virtuales como apoyo al aprendizaje inclusivo en la ingeniería. *Revista Horizontes Pedagógicos* (2), 104-116.
- SAS: Analytics, Business Intelligence and Data Management. (2017). *What is Big Data and why it matters. Sas.com*. Recuperado de <https://goo.gl/qgLN2E> el 10 de diciembre de 2017.
- SEMARNAT. (2012). *El Medio Ambiente en México 2013-2014. Apps1.semarnat.gob.mx*. Recuperado de <https://goo.gl/b8R7vX> el 11 de diciembre de 2017.
- Silberschatz, A., Correas, J., García, A., Grau, L., Korth, H., Sáenz, F., y Sudarshan, S. (2006). *Fundamentos de bases de datos* (5ta ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Universidad de Granada. (2017). *Sistemas de Conocimiento. Ugr.es*. Recuperado de <https://goo.gl/Xdriep> el 11 de diciembre de 2017.
- Virtual Training Center. (s/f). *How AJAX works? Virtual Training Center*. Recuperado de <http://cort.as/-SAVI> el 06 de octubre de 2019.