

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Desarrollo e implementación de un portal web almacenado en servidores locales con punto de acceso inalámbrico, haciendo uso de computadoras de placa reducida y software de desarrollo web para brindar educación desde casa sin una conexión de internet a alumnos de primaria en Paraje Salitre de Conejo aldea Pueblo Viejo y Caserío Chuixchimal aldea Nimasac, del departamento de Totonicapán, Guatemala.

Trabajo de graduación presentado por Wilson Estuardo Caxaj Nájera para optar al grado académico de Licenciado en Tecnología de Sistemas Informáticos

Guatemala

2023

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



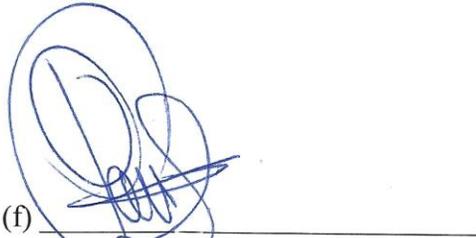
Desarrollo e implementación de un portal web almacenado en servidores locales con punto de acceso inalámbrico, haciendo uso de computadoras de placa reducida y software de desarrollo web para brindar educación desde casa sin una conexión de internet a alumnos de primaria en Paraje Salitre de Conejo aldea Pueblo Viejo y Caserío Chuixchimal aldea Nimasac, del departamento de Totonicapán, Guatemala.

Trabajo de graduación presentado por Wilson Estuardo Caxaj Nájera para optar al grado académico de Licenciado en Tecnología de Sistemas Informáticos

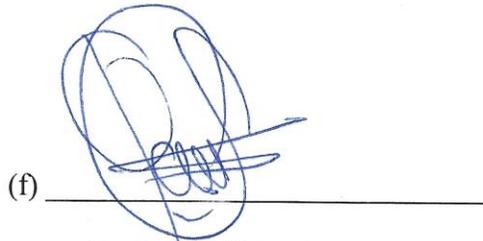
Guatemala

2023

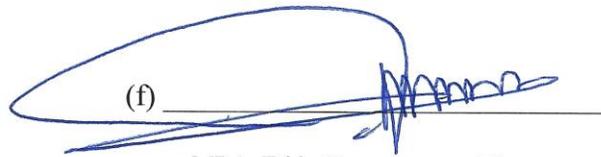
Vo.Bo.:

(f) 
Lic. Paulo Saúl García Ramírez

Tribunal Examinador:

(f) 
Lic. Paulo Saúl García Ramírez

(f) 
Ing. Tulio Roberto Morales Rubio

(f) 
MBA. Eddy Omar Arreaga López

Fecha de aprobación: Guatemala, 24 de noviembre de 2023.

PREFACIO

El presente trabajo de graduación consiste en analizar, diseñar, y desarrollar un portal web educativo para estudiantes de primaria del Paraje Salitre de Conejo aldea Pueblo Viejo y Caserío Chuixchimal aldea Nimasac, del departamento de Totonicapán, Guatemala, cuya función sea facilitar el acceso al contenido educativo generado por catedráticos de las aldeas, haciendo uso de un entorno amigable e intuitivo que permita una fácil actualización del contenido a través de memorias USB y navegación cómoda para los alumnos, dicho sistema será reconocido en las comunidades como proyecto MAYA.

Debido a que en estas aldeas la posición geográfica y económica son un factor débil, el acceso al internet es limitado, por lo tanto, el portal web estará instalado en un servidor web local que proporciona una red wifi, creado con una computadora de placa reducida (Raspberry Pi Zero W), el sistema operativo del servidor configurado será exportado a una imagen ISO que permitirá clonar 20 servidores financiados por GuateStar, con el fin de que 20 familias puedan tener un pequeño servidor local en sus hogares y así acceder al contenido educativo generado sin necesidad de una conexión a internet.

Para el inicio del desarrollo se analizarán las necesidades a cubrir, esto por medio de reuniones con catedráticos de las aldeas, como puntos clave se tendrán la creación del portal web y del contenido, para luego dar paso al desarrollo del servidor local y a la creación de la imagen ISO del servidor, por último, se clonarán y entregarán los pequeños servidores con el portal web a las familias, al finalizar los alumnos de las aldeas tendrán un pequeño servidor local con variedad de contenido educativo desde sus hogares a través de una conexión wifi.

ÍNDICE

PREFACIO	v
ÍNDICE	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
A. IMPACTO DE LA PANDEMIA EN LA EDUCACIÓN.....	4
1. Educación virtual en tiempos de pandemia	4
2. E-learning.....	4
B. SERVIDORES WEB.....	5
1. APACHE.....	5
2. NGINX.....	6
C. REDES INALÁMBRICAS	6
1. HOSTAPD	7
2. DHCP	7
D. COMPUTADORAS DE PLACA REDUCIDA	8
1. Arquitectura ARM.....	8
2. Raspberry PI Zero W.....	9
E. LINUX.....	9
1. Raspbian OS.....	10

2. PiShrink.....	10
F. DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO.....	10
G. BOOTSTRAP.....	10
V. METODOLOGÍA.....	12
A. FASE 1: DESARROLLO DEL PORTAL WEB PARA LA CREACIÓN Y VISUALIZACIÓN DEL CONTENIDO.....	12
1. Toma de requerimientos.....	12
2. Creación de bocetos.....	12
3. Estructura del portal:.....	13
4. Diagramas caso de uso.....	14
5. Diagramas de flujo.....	18
6. Desarrollo del portal web.....	23
7. Pruebas y aprobación final:.....	25
B. FASE 2: CREACIÓN DEL CONTENIDO.....	25
C. FASE 3: ARMADO Y PREPARACIÓN DEL SERVIDOR.....	27
D. FASE 4: PRODUCCIÓN, ENVÍO DE LOS DISPOSITIVOS A LAS FAMILIAS.....	29
VI. RESULTADOS.....	31
A. ENCUESTA A USUARIOS ESTUDIANTES.....	31
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	38
VIII. CONCLUSIONES.....	40
IX. RECOMENDACIONES.....	41
X. BIBLIOGRAFÍA.....	42
XI. ANEXOS.....	44

LISTA DE FIGURAS

<i>Ilustración 1 Caso de uso login principal</i>	14
<i>Ilustración 2 Caso de uso, menu de navegación</i>	15
<i>Ilustración 3 Caso de uso, interfaz selección Unidades y Semanas</i>	15
<i>Ilustración 4 Caso de uso, interfaz selección Materia Clase</i>	16
<i>Ilustración 5 Caso de uso, interfaz Clase</i>	17
<i>Ilustración 6 Diagrama de flujo, login</i>	18
<i>Ilustración 7 Diagrama de flujo, menú y vista principal</i>	19
<i>Ilustración 8 Diagrama de flujo, interfaz de selección de Unidad y Semana</i>	20
<i>Ilustración 9 Diagrama de flujo, interfaz de selección de Materia y Clase</i>	21
<i>Ilustración 10 Diagrama de flujo, vista de contenido audiovisual y menú de clases</i>	22
<i>Ilustración 11 Estructura de ruta de archivos</i>	23
<i>Ilustración 12 Estructura ruta de archivos adaptada a jerarquía del CNB</i>	23
<i>Ilustración 13 Código de consola aplicado en php para generar vista interactiva</i>	24
<i>Ilustración 14 Menú generado con contenido en carpeta CONTENIDO</i>	24
<i>Ilustración 15 Vista generada de archivos locales</i>	25
<i>Ilustración 16 Ejemplo de contenido audiovisual generado por maestros de la comunidad</i>	26
<i>Ilustración 17 Imagen generada a partir de un sistema operativo configurado para clonar el sistema</i>	29
<i>Ilustración 18 Dispositivos MAYA empacados para la entrega a las familias</i>	30
<i>Ilustración 19 Pregunta 1 - Sección 1 de cuestionario a usuarios</i>	31
<i>Ilustración 20 Pregunta 2 - Sección 1 de cuestionario a usuarios</i>	32
<i>Ilustración 21 Pregunta 3 - Sección 1 de cuestionario a usuarios</i>	32
<i>Ilustración 22 Pregunta 1 - Sección 2 de cuestionario a usuarios</i>	33
<i>Ilustración 23 Pregunta 2 – Sección 2 sobre el aprendizaje</i>	33
<i>Ilustración 24 Pregunta 3 - Sección 2 de cuestionario a usuarios</i>	34
<i>Ilustración 25 Pregunta 4 - Sección 2 de cuestionario a usuarios</i>	34
<i>Ilustración 26 Pregunta 1 - Sección 3 de cuestionario a usuarios</i>	35
<i>Ilustración 27 Pregunta 2 - Sección 3 de cuestionario a usuarios</i>	35
<i>Ilustración 28 Pregunta 3 - Sección 3 de cuestionario a usuarios</i>	36
<i>Ilustración 29 Pregunta 4 – Sección 3 sobre opiniones generales</i>	36
<i>Ilustración 30 Pregunta 5 - Sección 3 de cuestionario a usuarios</i>	37

<i>Ilustración 31</i>	<i>Pregunta 6 - Sección 3 de cuestionario a usuarios</i>	37
<i>Ilustración 32</i>	<i>Raspberry Pi Zero W, placa utilizada para el desarrollo de este proyecto</i>	44
<i>Ilustración 33</i>	<i>Presentación de proyecto a niños y niñas de las comunidades</i>	45
<i>Ilustración 34</i>	<i>Entrega de dispositivos MAYA a familias</i>	46
<i>Ilustración 35</i>	<i>Portal Web, vista desde un dispositivo móvil</i>	47

RESUMEN

El proyecto de graduación se centra en la creación de un portal web educativo destinado a estudiantes de primaria en zonas rurales de Totonicapán, Guatemala, con el objetivo de superar las barreras de acceso a la educación debido a la limitada disponibilidad de internet. Utilizando Raspberry Pi Zero W como servidor local, se desarrolló un entorno accesible mediante wifi local, permitiendo a los estudiantes acceder a contenido educativo sin necesidad de una conexión a internet tradicional.

Este enfoque innovador partió de un análisis de las necesidades educativas de la comunidad, involucrando a catedráticos y expertos en e-learning para el diseño y desarrollo del portal, asegurando que el contenido se alinea con el currículo nacional. La implementación del proyecto incluyó la creación de una imagen ISO para facilitar la clonación y distribución de los servidores a 20 hogares, financiados por GuateStar, permitiendo una escalabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

El impacto del proyecto trascendió el acceso al contenido educativo, promoviendo un cambio social positivo al empoderar a las familias con tecnología y herramientas de aprendizaje, y demostrando que las soluciones tecnológicas de bajo costo pueden ser efectivas en la mejora de la educación en entornos desfavorecidos. La facilidad de actualización del contenido a través de USB asegura la relevancia y adaptación del material educativo a lo largo del tiempo, ofreciendo una solución escalable que podría replicarse en otras comunidades con desafíos similares, abriendo nuevas oportunidades para superar las barreras educativas en Guatemala y potencialmente en otros contextos similares.

I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación se aborda la creación de un portal web educativo dirigido a estudiantes de primaria en el Paraje Salitre de Conejo, aldea Pueblo Viejo, y Caserío Chuixchimal, aldea Nimasac, ubicadas en el departamento de Totonicapán, Guatemala. El objetivo principal es facilitar el acceso al contenido educativo proporcionado por los catedráticos de estas aldeas, mediante el uso de un entorno amigable y de fácil navegación, con la posibilidad de actualizar el contenido a través de memorias USB.

Una de las principales dificultades que enfrentan estas comunidades es la limitada disponibilidad de acceso a internet debido a su ubicación geográfica y situación económica. Para superar esta barrera, se instaló el portal web en un servidor local que provee una red WiFi. Este servidor se desarrollará utilizando una computadora de placa reducida, específicamente una Raspberry Pi Zero W. Asimismo, se configurará el sistema operativo del servidor para exportarlo como una imagen ISO que permitirá clonar 20 servidores financiados por GuateStar. De esta manera, 20 familias podrán contar con un pequeño servidor en sus hogares, lo que les permitirá acceder al contenido educativo sin necesidad de una conexión a internet.

El proceso de desarrollo del proyecto se inicia con un análisis detallado de las necesidades de las comunidades involucradas, a través de reuniones con los catedráticos de las aldeas. Se establecieron puntos clave para la creación del portal web y del contenido educativo. Luego, se procedió con el desarrollo del servidor local y la creación de la imagen ISO del mismo. Finalmente, se llevó a cabo la clonación y entrega de los pequeños servidores a las familias, asegurando que los alumnos de las aldeas tengan acceso al contenido educativo desde la comodidad de sus hogares mediante una conexión wifi.

Este proyecto no solo busca mejorar el acceso a la educación en estas comunidades, sino que también fomenta el uso de la tecnología como una herramienta para el desarrollo académico. Al proporcionar un portal web educativo con contenido creado por maestros de la comunidad basados en el Currículo Nacional Base de Guatemala CNB, se espera contribuir significativamente al aprendizaje de los estudiantes de primaria en el Paraje Salitre de Conejo y las aldeas circundantes, y así promover un mejor futuro para ellos y sus comunidades.

II. OBJETIVOS

A. GENERALES

1. Desarrollar e implementar un portal web almacenado en servidores locales con punto de acceso inalámbrico, haciendo uso de computadoras de placa reducida y software de desarrollo web para brindar educación desde casa sin una conexión de internet a alumnos de primaria en Paraje Salitre de Conejo aldea Pueblo Viejo y Caserío Chuixchimal aldea Nimasac, del departamento de Totonicapán, Guatemala.

B. ESPECÍFICOS

1. Desarrollar un portal web intuitivo y de fácil administración haciendo uso de herramientas de diseño y programación para que catedráticos puedan crear cursos con forme al currículo nacional base y los estudiantes puedan navegar en el portal sin gran conocimiento previo en navegación web.
2. Desarrollar un servidor completo con servicios como DNS, DHCP y WIFI haciendo uso de software libre y computadoras de placa reducida para que el estudiante tenga fácil acceso al contenido educativo.
3. Desarrollar una imagen ISO del servidor configurado que servirá como instalador haciendo uso de software libre para facilitar la clonación de los servidores que tendrá cada familia.

III. JUSTIFICACIÓN

El acceso a una educación de calidad es un derecho fundamental de todo individuo, y su falta puede limitar el desarrollo y el futuro de las comunidades. En este contexto, este trabajo de graduación busca ofrecer una solución innovadora y con un enfoque tecnológico para superar las barreras que enfrentan los alumnos en su búsqueda de conocimiento.

La justificación de este trabajo radica en la necesidad de proporcionar un acceso educativo equitativo y enriquecedor a los estudiantes de primaria en Paraje Salitre de Conejo aldea Pueblo Viejo y Caserío Chuixchimal aldea Nimasac, del departamento de Totonicapán, Guatemala. Al desarrollar un portal web educativo con contenido generado por los propios catedráticos locales, se busca empoderar a los estudiantes con recursos de aprendizaje relevantes y actualizados que se adapten a sus necesidades específicas.

La utilización de hardware de bajo costo, como la Raspberry Pi Zero W, para crear servidores locales con acceso a contenido educativo a través de una red wifi, es una solución escalable y sostenible que puede impactar positivamente en múltiples familias de estas comunidades. La clonación de estos pequeños servidores y su entrega a 20 hogares, financiada por GuateStar, permitirá que los estudiantes accedan al material educativo sin la necesidad de contar con una conexión a internet, superando así las limitaciones impuestas por la ubicación geográfica y la falta de acceso tecnológico.

Además, este trabajo de graduación busca establecer una estrecha colaboración con los catedráticos locales y las familias para garantizar que el contenido educativo sea relevante y apropiado para el nivel de educación primaria. Mediante reuniones y análisis de necesidades, se asegurará que el portal web y el contenido generado satisfagan los requerimientos educativos de los alumnos y sus comunidades.

La importancia de este trabajo radica en su potencial para impactar positivamente en el desarrollo educativo y social de las comunidades involucradas. Al proporcionar un acceso educativo más accesible, enriquecedor y actualizado, se busca fomentar el aprendizaje continuo y contribuir al desarrollo integral de los estudiantes.

IV. MARCO TEÓRICO

A. IMPACTO DE LA PANDEMIA EN LA EDUCACIÓN

Aunque este proyecto fue pensado y desarrollado antes de pandemia, es importante abordar este tema debido a que el portal web ofreció una solución ante tal problemática de manera indirecta, se abordan los siguientes temas relevantes sobre el impacto que tuvo esta situación en el contexto educativo guatemalteco:

1. Educación virtual en tiempos de pandemia

Se refiere a la capacidad de adaptación y aprendizaje que se llevó en los procesos educativos a un entorno digital, esto como respuesta a la emergencia sanitaria conocida como COVID-19, debido a la nula posibilidad de realizar clases presenciales, escuelas y colegios de todo el país y del mundo acudieron a plataformas digitales en línea, utilizando herramientas como salas virtuales dirigidas a realizar videoconferencias, aplicaciones web y recursos educativos digitales en general para seguir con el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Esta modalidad ha permitido mantener la continuidad educativa, aunque presenta desafíos como el acceso equitativo a la tecnología y la necesidad de desarrollar nuevas habilidades para el aprendizaje en línea. A pesar de estos retos, la educación virtual ha demostrado ser una alternativa viable y ha acelerado la adopción de tecnologías educativas, promoviendo así la innovación en la enseñanza.

Según Cabrera (2010):

La educación virtual es una vía para el aprendizaje que se caracteriza por su dinamismo e interactividad. Se basa en un modelo cooperativo donde intervienen profesores y alumnos a pesar de estar separados por una distancia física. La tecnología juega un papel importante, pues a través de ella se ponen a disposición facilidades que incluyen la transmisión de voz, video, datos, gráficos e impresión.

2. E-learning

El E-Learning, también conocido como aprendizaje en línea, es un enfoque educativo que utiliza tecnología digital para facilitar la adquisición de conocimientos y habilidades utilizando la ciencia de la computación. Este enfoque utiliza plataformas digitales, como sitios web, aplicaciones móviles y entornos virtuales de aprendizaje, para proporcionar materiales educativos, actividades e interacciones entre estudiantes y maestros. Esto hace que el aprendizaje sea flexible, accesible desde cualquier lugar con

conexión a Internet y adaptable a diferentes ritmos y estilos de aprendizaje. El aprendizaje virtual ha ganado popularidad, especialmente en circunstancias en las que la presencia presencial en un aula es limitada o no es posible, como durante la pandemia de COVID-19.

Según Álvarez (2009):

La introducción del e-learning en la educación va más allá de la introducción de las TIC en los procesos educativos y tiene en los principios de interacción y continuidad desarrollados por Dewey (1938) sus principales valedores pedagógicos. De esta forma la adopción del e-learning supone una apuesta por un modelo pedagógico en el que el alumnado toma una mayor responsabilidad en su educación, contribuyendo al desarrollo de la eficiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y por ende, a la mejora cualitativa del modelo educativo.

B. SERVIDORES WEB

Un servidor web es una herramienta de software que ha permitido que el internet como lo conocemos hoy en día sea funcional, esto debido a las capacidades que posee al entregar variedad de contenido digital a través de dispositivos conectados en red. Se conoce como servidor al conjunto de hardware conectado a una red que permite la ejecución de peticiones y almacenamiento de archivos, su función es compartir el contenido y recibir las peticiones del cliente, por otra parte, un servidor web es un software que se encarga de mostrar el contenido almacenado, procesar las peticiones y dar la posibilidad de tener una interacción entre el cliente y el servidor.

Existen distintos servidores web que pueden implementarse dependiendo de las capacidades y del sistema operativo del servidor, entre los más populares por su robustez y fiabilidad podemos encontrar los siguientes Apache y Nginx.

1. APACHE

Es un servidor tipo HTTP compatible con plataformas Unix, Microsoft Windows, Macintosh, entre otras, es de los más conocidos por ser uno de los más antiguos y robustos que existen, además de brindar sitios web seguros y ser de código abierto por lo que permite reducir costos. Este servidor fue en principio el software utilizado para las pruebas y desarrollo del proyecto, sin embargo, al usar computadoras de placa reducida los recursos de estos hacían que apache mostrara un rendimiento bajo y una experiencia de uso poco amigable al usuario.

2. NGINX

Es un servidor tipo HTTP lanzado en 2004, su principal propósito es brindar una solución al problema de múltiples conexiones simultáneas y la optimización de los recursos tales como la memoria RAM y memoria caché, es un servidor de código abierto al igual que apache, sin embargo nginx cuenta con una mayor optimización y un mejor manejo de los archivos, procesa todas las peticiones sobre un solo hilo de procesamiento, esto permite que todas las solicitudes similares se ejecuten una sola vez para todas las peticiones.

Debido a que sus raíces yacen en la optimización del rendimiento bajo escala, Nginx a menudo supera a otros populares servidores web en pruebas de rendimiento, especialmente en situaciones con contenido estático y/o un elevado número de solicitudes concurrentes (Kinsta, 2022).

En el desarrollo del proyecto denominado por la comunidad como MAYA se realizaron varias pruebas acerca de cuál servidor se debería utilizar, mediante pruebas e investigaciones sobre test de rendimiento entre apache y nginx se encontró con las siguientes ventajas al usar nginx:

- a) Logra completar muchas más solicitudes en un periodo de tiempo menor.
- b) Utiliza mucho menos RAM, esto es una de las principales ventajas con respecto a apache, debido a que el servidor final está montado en una computadora de placa reducida la cual cuenta con memoria RAM muy limitada.
- c) Cuenta con mayor optimización para dispositivos de placa reducida utilizando Linux.

El servidor web es una parte muy importante en el proyecto, debido a que este es el encargado de proporcionar todas las páginas que se almacenan en el servidor, así también el contenido generado por catedráticos como videos educativos.

C. REDES INALÁMBRICAS

Las redes inalámbricas son redes de comunicación que no necesitan cables para que los clientes se puedan conectar, esto debido a que la comunicación se realiza a través de radio frecuencias que pueden ir desde los 2.4GHz (Mas alcance menos velocidad) hasta los 5GHz (menos alcance mayor velocidad). Las redes inalámbricas al usar ondas de radio frecuencia permiten que dispositivos puedan conectarse, aunque no cuenten con puerto para internet como es el caso de las tablets o los teléfonos inteligentes, además, al proporcionar una señal en un espacio determinado, permite que los dispositivos puedan moverse libremente sin necesidad de reestructurar el cableado como si sería en el caso de las redes cableadas.

Una red inalámbrica a diferencia de una red cableada ofrece más ventajas sobre los costos y la escalabilidad de la red, las redes inalámbricas permiten conectar muchos más dispositivos a la red utilizando el mismo equipo de hardware y ofrecen una mayor movilidad al usar dispositivos móviles, sin

embargo, la velocidad de transferencia se ve afectada, mientras que una conexión cableada puede llegar a una tasa de hasta 1 gigabit por segundo, las redes inalámbricas wifi solo pueden alcanzar los 108 megabits por segundo, aun así las redes inalámbricas predominan en redes pequeñas como hogares y entornos pequeños donde la velocidad no es un factor sumamente importante.

Según Cisco (s.f.):

Wifi es una tecnología de red inalámbrica a través de la cual los dispositivos, como computadoras (portátiles y de escritorio), dispositivos móviles (teléfonos inteligentes y accesorios) y otros equipos (impresoras y videocámaras), pueden interactuar con Internet. Permite que estos dispositivos, entre tantos otros, intercambien información entre sí y establezcan, de esta manera, una red. La conectividad a Internet se logra a través de un router inalámbrico. Cuando accede a wifi, se conecta a un router inalámbrico que permite que los dispositivos que admiten wifi interactúen con Internet.

1. HOSTAPD

Hostapd es un software de código abierto que permite convertir las interfaces de red inalámbricas de una computadora a un punto de acceso wifi y servidor de autenticación, esta función permite que cualquier computadora con sistema operativo Linux pueda convertirse en un punto de acceso wifi, junto con un paquete adicional llamado dnsmasq convierte el servidor en un router inalámbrico funcional, capaz de proporcionar su propia señal para que los usuarios puedan conectarse. Esta herramienta fue utilizada para poder brindar una conexión entre el servidor y los usuarios, gracias a la facilidad con la que se puede crear un punto de acceso inalámbrico.

Según Darkcrist (2017):

Hostapd WiFi AP es una pequeña aplicación escrita en C++ QT, esta es una aplicación gráfica creada para crear puntos de acceso temporal estándar 802.11b / g (WiFi) en equipos de sobremesa y portátiles, es totalmente gratuita y de código abierto liberada bajo la licencia pública general de GNU versión 2.0 (GPLv2), este software está diseñado para facilitar la configuración del software y la conexión WiFi en los diferentes entornos de los sistemas operativos GNU / Linux.

2. DHCP

DHCP es un protocolo que se utiliza para poder brindar direcciones IP dentro de un rango seleccionado a una red de tipo TCP/IP, su objetivo principal es asignar una dirección IP a cualquier host de manera automática, el objetivo de utilizar este protocolo es que las redes puedan ser más fáciles de usar y más sencillas de configurar, esto se debe a que cuando un cliente se conecta a la red no es necesario

asignarle una dirección IP manualmente, el protocolo se encarga de buscar una IP disponible dentro de un rango de direcciones para que el host mencionado pueda acceder a la red automáticamente.

a. DNSMASQ

Dnsmasq es un software de código libre que convierte dispositivos Linux como servidor DHCP, sus funciones principales son brindar una comunicación entre el dispositivo mediante la asignación de una dirección IP de manera automática, esto permite que los clientes que se conecten a través de la interfaz configurada puedan acceder a la red y tener comunicación con el servidor. El servicio de una red inalámbrica utilizando computadoras de placa reducida es funcional haciendo uso de software como hostapd que permite la creación de una red inalámbrica mediante el interfaz wifi y Dnsmasq que proporciona dirección IP a los clientes.

Según Kelley (2019):

Dnsmasq es un ligero servidor DNS, TFTP y DHCP. Su propósito es proveer servicios DNS y DHCP a una red de área local. Dnsmasq acepta búsquedas DNS y las responde desde un pequeño caché local, o las reenvía hacia un servidor DNS real recursivo. Carga el contenido de /etc/hosts, de tal forma que nombres de hosts locales los cuales no aparecen en el DNS mundial puedan ser resueltos. También responde a búsquedas DNS para hosts configurados vía DHCP.

D. COMPUTADORAS DE PLACA REDUCIDA

Una computadora de placa reducida o también conocida como computadora de una sola placa o microordenador, es una computadora como cualquier otra con componentes principales como CPU, RAM, memoria de almacenamiento, placa madre, etc. Se le denomina como computadora de placa reducida debido a que el tamaño de la placa madre logra tener todos los componentes esenciales en una sola placa de un tamaño mucho menor al promedio de placas madre del mercado. Inicialmente las computadoras de placa reducida fueron pensadas para solucionar el problema del espacio que ocupa un ordenador de escritorio convencional, hoy en día existen muchísimas computadoras de este estilo que tienen distintos usos que pueden ser desde computadoras para oficina hasta computadoras básicas que se utilizan para proyectos de informática cullas características se basan según el alcance del proyecto.

1. Arquitectura ARM

Si bien el uso de las arquitecturas x86 está más extendido en el mercado de los servidores, ARM es el diseño electrónico más común en todo el mundo. Se utiliza en casi todos los teléfonos inteligentes, así

como en otros dispositivos móviles pequeños y en las computadoras portátiles. con los procesadores basados en ARM se busca lograr el equilibrio entre los costos y la reducción del tamaño, la disminución del consumo de energía y las temperaturas, la velocidad y la mayor duración de la batería. (Hat, 2022)

2. Raspberry Pi Zero W

Raspberry Pi Zero W es una computadora de placa reducida o microcomputadora que fue creada por la fundación Raspberry Pi con el objetivo de llevar educación a cualquier parte del mundo, gracias a su bajo costo y a su tamaño reducido se ha convertido en una de las placas más usadas para proyectos de informática.

Su diseño compacto y ligero permite que pueda ser portable, no puede considerarse como una computadora portátil porque necesita de una fuente de alimentación externa que le brinde energía, sin embargo, gracias a su pequeño tamaño y la estructura de su procesador esto no es un problema, incluso haciendo uso de un teléfono o una computadora se le puede proporcionar energía para su correcto funcionamiento.

Características principales de hardware:

- 1GHz, CPU de un solo núcleo
- 512 MB de RAM
- Puerto micro-USB OTG
- Bluetooth 4.1
- 802.11 b/g/n Wireless LAN

E. LINUX

Linux, en su esencia, es un núcleo de sistema operativo. A diferencia de sistemas operativos como Windows o macOS, Linux no es un producto comercializado por una sola entidad. En su lugar, diversos proyectos y distribuciones (distros) construyen sobre el núcleo de Linux para crear sistemas operativos completos, conocidos como distribuciones de Linux. Ejemplos populares incluyen Ubuntu, Fedora y Debian.

Lo que distingue a Linux es su arquitectura modular y escalable. Puede ser implementado en una amplia gama de dispositivos, desde servidores de alto rendimiento hasta dispositivos embebidos y sistemas de entretenimiento. Esta flexibilidad lo convierte en una elección atractiva para una variedad de aplicaciones y entornos, desde entornos empresariales hasta la creación de sistemas personalizados.

Linux también destaca por su robustez y estabilidad. Es conocido por su habilidad para mantener tiempos de funcionamiento prolongados sin requerir reinicios frecuentes, lo que lo convierte en una opción preferida para servidores y sistemas críticos.

1. Raspbian OS

Raspberry Pi OS es una distro Linux basada en Debian. Sus responsables utilizan esta distro como base y, sobre ella, implementan todas sus mejoras y características. La principal diferencia de Raspberry Pi OS respecto a otras distros Linux es que esta está optimizada para funcionar en procesadores ARM, concretamente en el del Raspberry Pi, no generando fallos ni errores y pudiendo sacar todo el potencial a estas CPUs. (Velasco, s.f.)

2. PiShrink

PiShrink es un script bash que reduce automáticamente una imagen pi que luego cambiará de tamaño al tamaño máximo de la tarjeta SD al arrancar. Esto hará que volver a colocar la imagen en la tarjeta SD sea más rápido y las imágenes reducidas se comprimirán mejor. Además, la imagen reducida se puede comprimir con gzip y xz para crear una imagen aún más pequeña. Se admite la compresión paralela de la imagen utilizando múltiples núcleos. (Bonasera, 2015)

F. DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO

Los pendrives USB, también conocidos como memorias USB o unidades flash, son dispositivos de almacenamiento de datos portátiles que utilizan tecnología de estado sólido para almacenar y recuperar datos de manera rápida y efectiva. Estos dispositivos son pequeños y ligeros y se pueden conectar a computadoras y otros dispositivos compatibles a través de los puertos USB. Su capacidad de almacenamiento abarca desde gigabytes hasta terabytes, lo que los convierte en una herramienta versátil para transferir, respaldar y enviar datos de manera conveniente. Su popularidad se debe a que es fácil de usar y funciona en una variedad de dispositivos y sistemas operativos.

G. BOOTSTRAP

Bootstrap fue implementado en este proyecto debido a la facilidad que ofrece para crear interfaces responsives, esto es principalmente importante debido a que al ser una página web la interacción con el usuario y el portal cambiará debido a la variación de las pantallas como resolución, tamaño y dispositivo del usuario.

Bootstrap es un Framework que permite a los desarrolladores web construir páginas web responsives de una forma más rápida y sencilla. En este sentido, proporciona un conjunto de componentes y plantillas CSS, HTML y JavaScript que cualquiera puede utilizar o modificar de manera gratuita. (Universidades, s.f.)

V. METODOLOGÍA

A. FASE 1: DESARROLLO DEL PORTAL WEB PARA LA CREACIÓN Y VISUALIZACIÓN DEL CONTENIDO

En esta primera fase del trabajo de graduación, se llevó a cabo el desarrollo del portal web con el propósito de facilitar la creación y visualización del contenido educativo para los estudiantes de primaria en el Paraje Salitre de Conejo, aldea Pueblo Viejo y Caserío Chuixchimal, aldea Nimasac, en el departamento de Totonicapán, Guatemala.

1. Toma de requerimientos

Para comenzar, se realizaron 3 reuniones con los catedráticos de las aldeas y catedráticos con experiencia en E-Learning con el fin de recopilar los requerimientos específicos para el portal web. Estas reuniones fueron fundamentales para entender las necesidades y expectativas de los docentes y alumnos en cuanto al contenido educativo y la funcionalidad que debía ofrecer el portal, entre los cuales destacaron:

- a) Menú principal: se solicitó por parte de los maestros una lista desplegable con el contenido disponible en la plataforma representado en un menú superior visible con el fin de tener un orden y un fácil acceso al contenido de la página.
- b) Actualización del contenido: los maestros planean realizar cambios en el orden de los videos y agregar contenido pedagógico nuevo, por lo que requieren que el sistema de actualización del material sea de manera eficaz.
- c) Interfaz intuitiva: los maestros solicitan que la interfaz sea intuitiva y limpia, esto debido a que los catedráticos detectan una deficiencia en la comprensión de herramientas tecnológicas en la mayoría de estudiantes de las aldeas y en algunos maestros.
- d) Almacenamiento dinámico: debido a que este proyecto involucra 20 dispositivos independientes con contenido variable se requiere una actualización rápida y eficiente para actualizar el contenido, es por esto que se requiere que el contenido pueda ser actualizado por medio de pendrives que contengan todo el material audiovisual y sea el portal web quien se encargue de ordenarlos y generar la vista para los alumnos automáticamente.

2. Creación de bocetos

Con base en los requerimientos recopilados durante la fase de toma de requerimientos, se llevó a cabo el proceso de diseño del portal web educativo. Para ello, se crearon bocetos visuales preliminares que

representaban la estructura, la disposición de elementos y el diseño general del portal. Estos bocetos fueron una representación gráfica de cómo se visualizaría la plataforma y cómo los usuarios interactuarían con ella.

Se trabajó estrechamente con los catedráticos y otras partes interesadas involucradas en el proyecto, con el fin de asegurar que los bocetos reflejaran fielmente los requerimientos y necesidades identificados previamente. Se realizaron varias iteraciones y ajustes a los bocetos para garantizar que el diseño cumpliera con los objetivos educativos, que fuera intuitivo y adecuado para el público objetivo.

Los bocetos fueron presentados a los catedráticos y otras partes interesadas en reuniones de revisión, donde se discutieron y evaluaron. Se prestó especial atención a la disposición del menú principal desplegable, la estructura de navegación, la ubicación de los recursos educativos y la interfaz general del portal. La retroalimentación recibida durante estas reuniones fue valiosa para realizar mejoras y ajustes pequeños que permitieran satisfacer plenamente las expectativas y requerimientos del proyecto MAYA.

Una vez que los bocetos visuales fueron revisados y aprobados, se procedió con la siguiente etapa del desarrollo del portal web. Los bocetos sirvieron como guía para el desarrollo, proporcionando una visión clara de la apariencia y funcionalidades del sitio final. Además, los bocetos ayudaron a establecer una visión compartida entre todos los miembros del equipo, asegurando que cada uno comprendiera el propósito y el diseño general del portal.

3. Estructura del portal:

Una vez que los bocetos visuales preliminares fueron aprobados, inició la creación de la estructura del portal web. Esta etapa fue esencial para establecer la organización de las diferentes secciones y páginas del sitio, con el objetivo de ofrecer una experiencia de usuario amigable, especialmente para los estudiantes de primaria que serían los principales usuarios del portal.

Se llevó a cabo una planificación para diseñar la disposición lógica del contenido educativo en el portal. Se definieron las diferentes secciones que contendrían los recursos pedagógicos, como lecciones, videos, actividades interactivas y materiales complementarios. La estructura se organizó de manera jerárquica y se establecieron relaciones lógicas entre las distintas secciones para asegurar una navegación fluida y eficiente.

Se tuvo en cuenta la perspectiva de los usuarios durante el proceso de diseño de la estructura. Se realizaron pruebas de usabilidad y se llevaron a cabo encuestas con los maestros y estudiantes para recopilar sus comentarios y opiniones sobre la organización propuesta. La retroalimentación recibida fue invaluable para optimizar la estructura y asegurar que se adaptara de manera óptima a las necesidades y preferencias de los usuarios.

La estructura del portal web fue concebida como una herramienta educativa y de aprendizaje, por lo que se enfocó en facilitar la búsqueda y el acceso al contenido educativo. Con una organización clara y una navegación intuitiva, se buscó que los estudiantes y maestros pudieran encontrar rápidamente los recursos que necesitaban para apoyar su proceso de enseñanza y aprendizaje.

4. Diagramas caso de uso

Estos diagramas representan de manera visual las interacciones que tendrá el usuario dentro del portal web. A continuación, se muestran los casos de uso con las funcionalidades que el usuario tendrá a su disposición durante la manipulación y navegación con los componentes de la página web, como el menú interactivo para la selección de contenido, vista de selección de unidades y semanas, vista de selección de materias y clases, vista general del contenido audiovisual, y actualización de contenido por parte del maestro.

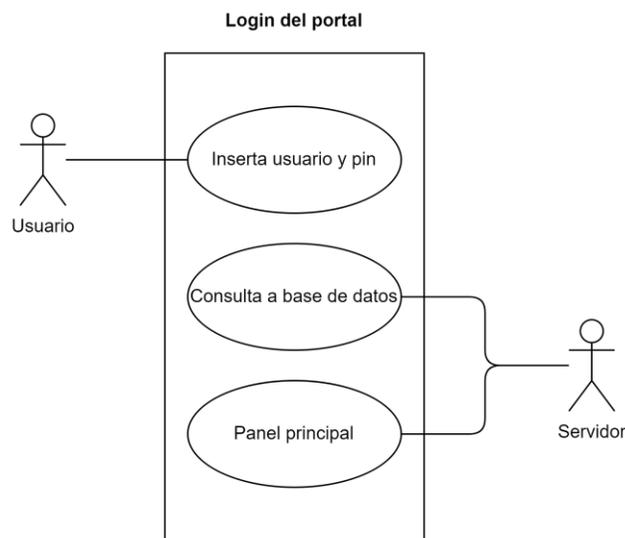


Ilustración 1 Caso de uso login principal

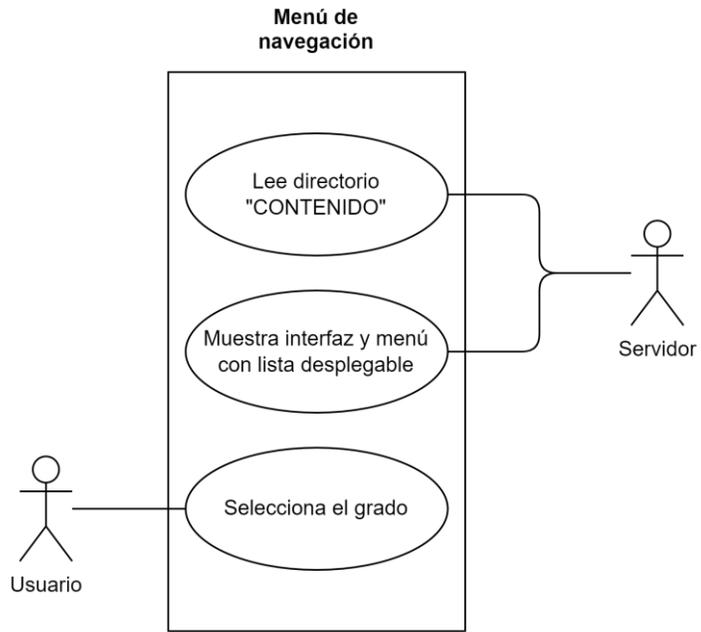


Ilustración 2 Caso de uso, menú de navegación

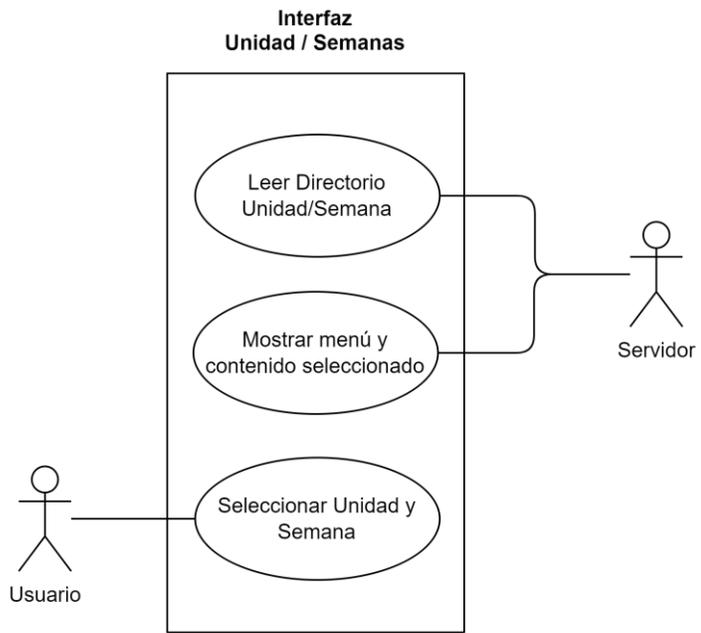


Ilustración 3 Caso de uso, interfaz selección Unidades y Semanas

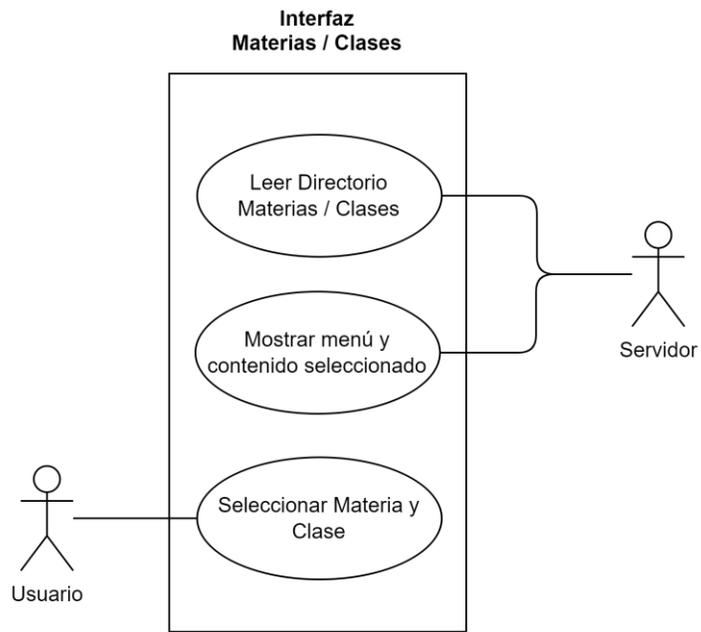


Ilustración 4 Caso de uso, interfaz selección Materia Clase

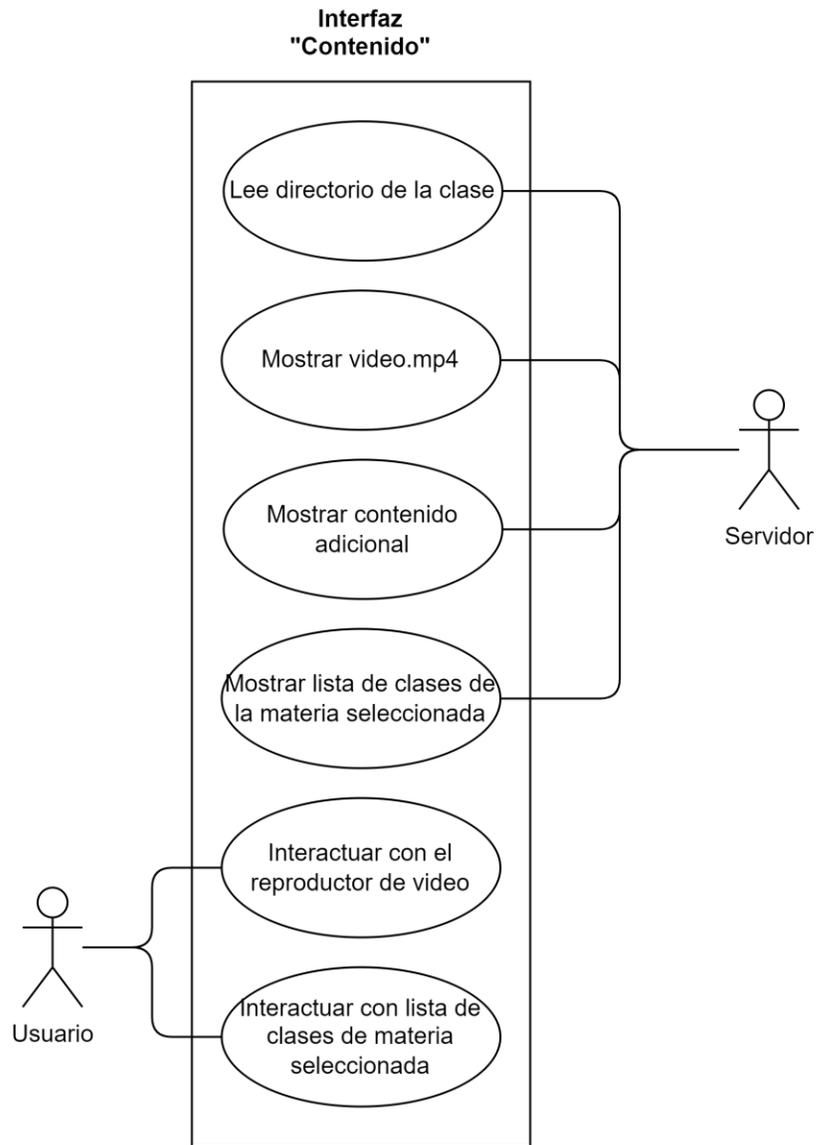


Ilustración 5 Caso de uso, interfaz Clase

5. Diagramas de flujo

Los siguientes diagramas de flujo representan la interacción y reacción de la plataforma ante a interacción del usuario con el sistema web

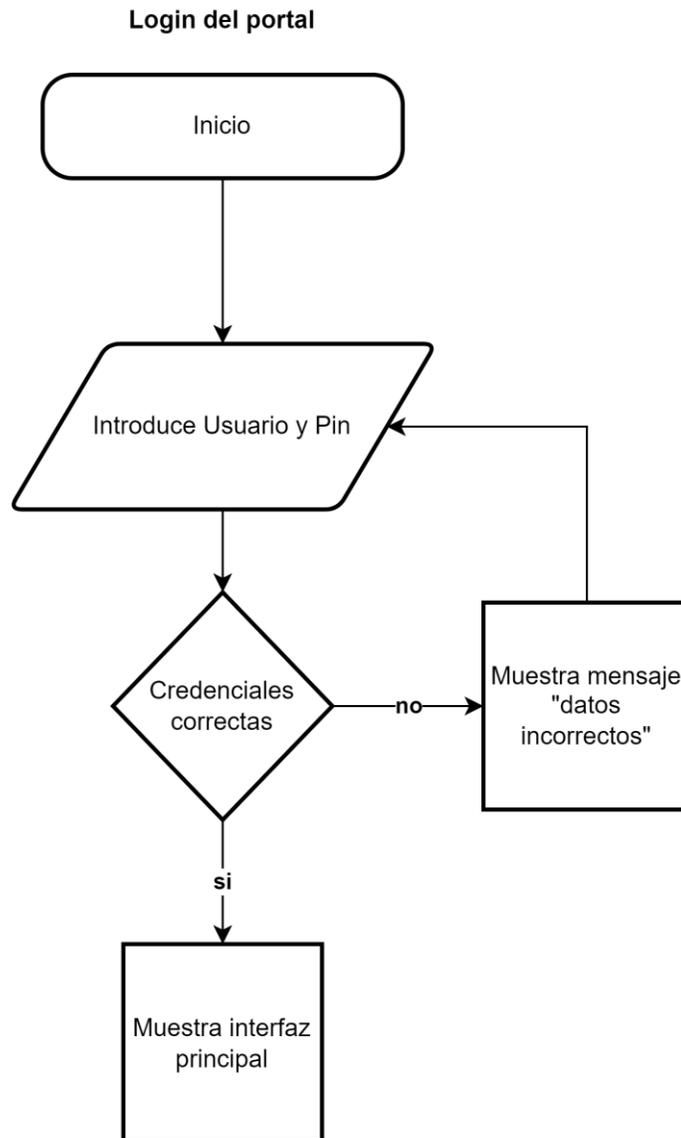


Ilustración 6 Diagrama de flujo, login

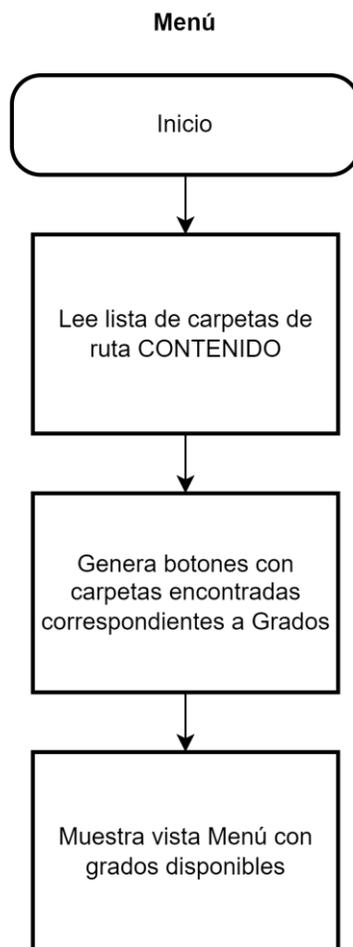


Ilustración 7 Diagrama de flujo, menú y vista principal

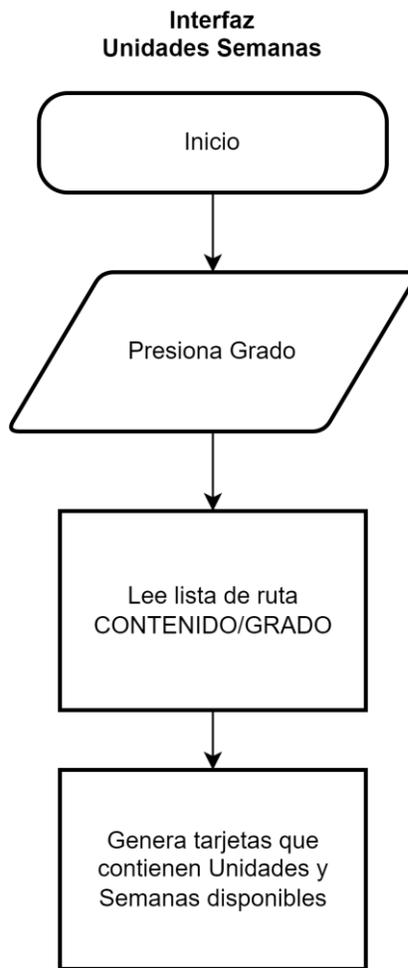


Ilustración 8 Diagrama de flujo, interfaz de selección de Unidad y Semana

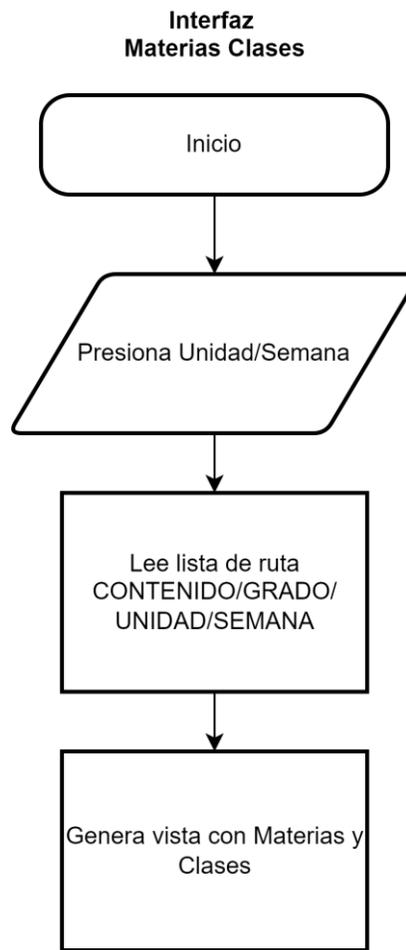


Ilustración 9 Diagrama de flujo, interfaz de selección de Materia y Clase

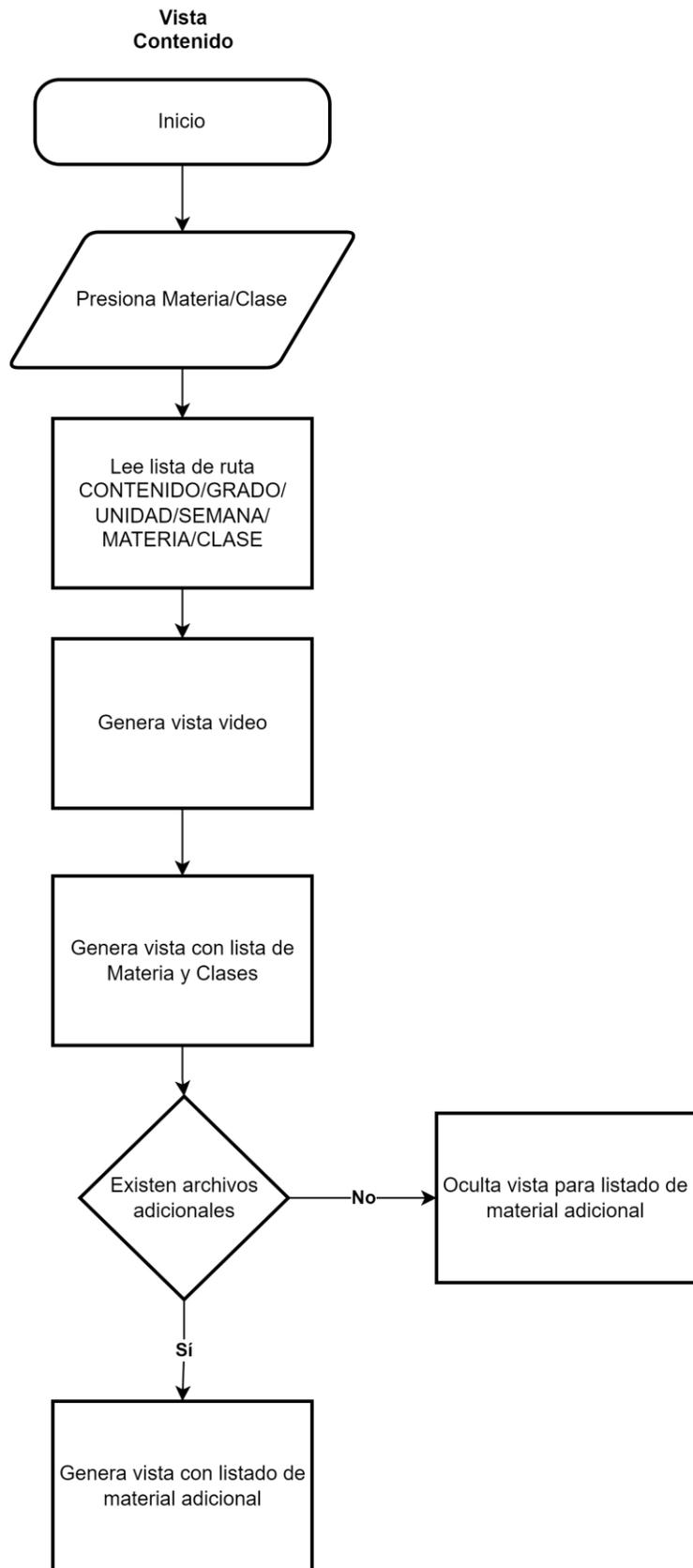


Ilustración 10 Diagrama de flujo, vista de contenido audiovisual y menú de clases

6. Desarrollo del portal web

Una vez definida la estructura del portal web, se procedió a implementar el diseño y las funcionalidades mediante el uso de lenguajes de programación y tecnologías web adecuadas. Además, se desarrolló un sistema de navegación de archivos innovador que permitió al portal web realizar la lectura de un árbol de archivos almacenado en un pendrive. Este sistema de navegación de archivos fue clave para generar vistas ordenadas y facilitar la navegación de los usuarios.

El portal web fue diseñado para reconocer automáticamente el pendrive conectado a cada dispositivo independiente. El pendrive contiene una estructura de archivos organizada que almacena el contenido educativo, como videos, documentos y materiales pedagógicos en general. El sistema de navegación de archivos permite al portal web acceder a este árbol de archivos y presentar el contenido de manera ordenada y estructurada en la interfaz del sitio.



Ilustración 11 Estructura de ruta de archivos



Ilustración 12 Estructura ruta de archivos adaptada a jerarquía del CNB

La razón principal para implementar este sistema de actualización de contenido mediante pendrives radicó en la limitada disponibilidad de acceso a internet en las comunidades del Paraje Salitre de Conejo y aldeas circundantes. Actualizar bases de datos en 20 servidores independientes sin conexión a internet sería poco óptimo y complejo. Por lo tanto, la solución de utilizar pendrives para actualizar el contenido se mostró como una alternativa eficiente y escalable para mantener el material educativo actualizado en todos los dispositivos.

```
$TREE = shell_exec("ls CONTENIDO");
$TREE = str_replace("\n", "*", $TREE);
$UNIDADES = explode("*", $TREE);
unset($UNIDADES[sizeof($UNIDADES) - 1]);
```

Ilustración 13 Código de consola aplicado en php para generar vista interactiva

Este enfoque permite a los maestros actualizar el contenido de manera eficaz, simplemente insertando el pendrive con el material actualizado en cada dispositivo. El portal web, al reconocer automáticamente el pendrive y su árbol de archivos, se encargaba de organizar y mostrar el contenido de manera coherente y ordenada para que los usuarios, tanto estudiantes como maestros, pudieran navegar cómodamente a través de los recursos educativos.

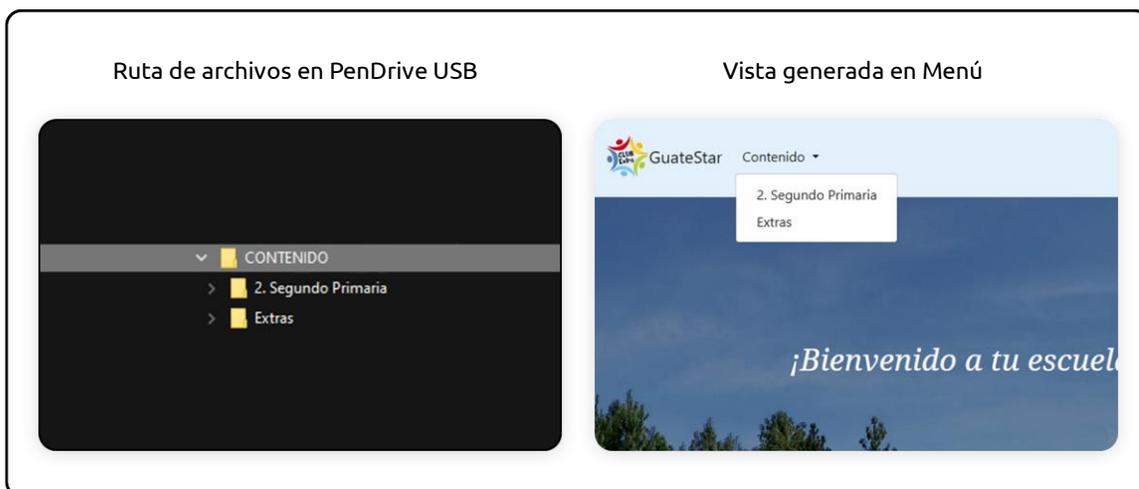


Ilustración 14 Menú generado con contenido en carpeta CONTENIDO

En esta etapa de desarrollo, además de implementar la estructura previamente definida, se incorporaron elementos interactivos y multimedia para enriquecer la experiencia de aprendizaje. Se utilizaron videos educativos, imágenes ilustrativas y otros recursos de aprendizaje para enriquecer el contenido del portal web y mejorar su impacto educativo.

La implementación de tecnologías web adecuadas y la integración de elementos multimedia contribuyeron a crear un portal web educativo interactivo y atractivo. Esto permite a los estudiantes explorar y aprender de manera interactiva, mientras que los maestros podían ofrecer un contenido educativo más dinámico y enriquecedor.

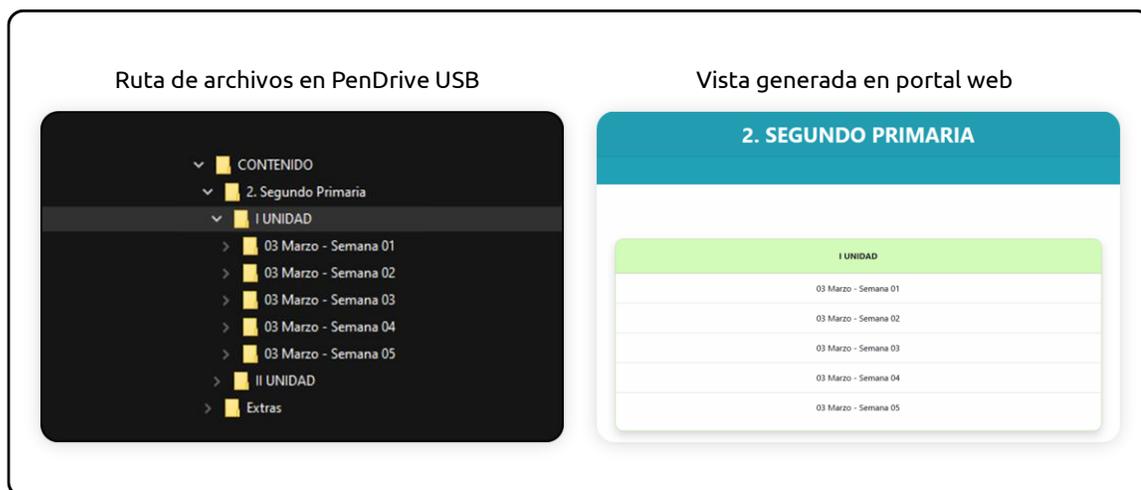


Ilustración 15 Vista generada de archivos locales

7. Pruebas y aprobación final:

La fase de pruebas y aprobación final no solo tuvo un impacto técnico significativo en el portal en el proyecto MAYA, sino que también generó un impacto social considerable. Al garantizar que el portal cumpliera con los estándares de calidad y usabilidad de los catedráticos, se aseguró una experiencia óptima para los usuarios, lo que a su vez promovió un acceso efectivo al contenido educativo.

Además, el proceso de retroalimentación y revisión con los catedráticos y otras partes interesadas fomentó la participación activa y la colaboración en el proyecto. Al proporcionarles la oportunidad de contribuir con sus comentarios y sugerencias, se fortaleció la relación entre la comunidad educativa y el proyecto, generando un sentido de apropiación y participación en la iniciativa.

B. FASE 2: CREACIÓN DEL CONTENIDO

En la fase dos del proyecto, se llevó a cabo la creación de contenido educativo por parte de los catedráticos de las aldeas, siguiendo el currículo nacional base (CNB) de primaria. Este proceso fue fundamental para garantizar que el contenido ofrecido en el portal web estuviera alineado con los estándares educativos oficiales y respondiera a las necesidades y requisitos del programa de estudios vigente en Guatemala.

Los catedráticos, con su experiencia y conocimientos en la enseñanza, jugaron un papel clave en la elaboración de los materiales audiovisuales para diferentes áreas temáticas. Se abordaron distintas

disciplinas, como matemáticas, inglés, ciencias sociales, arte, entre otras, con el objetivo de brindar a los estudiantes una educación integral y equilibrada.

Los materiales audiovisuales creados incluyeron recursos interactivos, videos educativos, presentaciones animadas, actividades prácticas y otros elementos didácticos que enriquecieron la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Se diseñaron cuidadosamente para captar la atención de los alumnos y promover una comprensión profunda de los temas tratados.

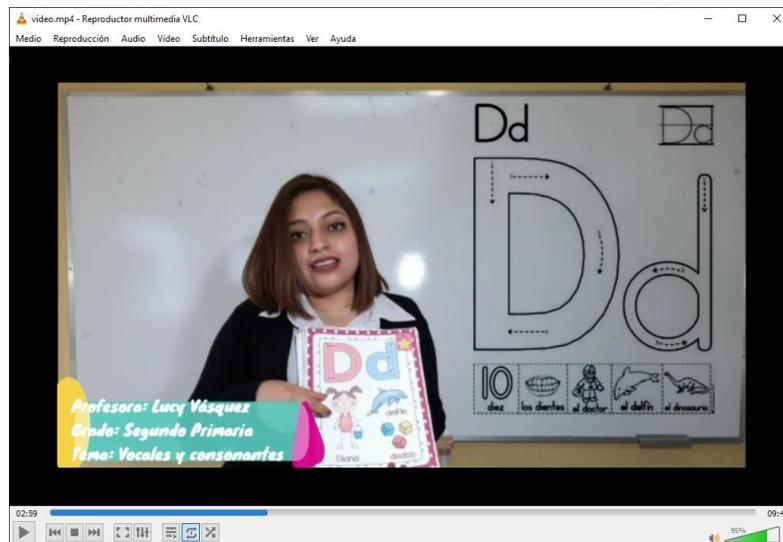


Ilustración 16 Ejemplo de contenido audiovisual generado por maestros de la comunidad

Para asegurar la calidad y pertinencia del contenido, se llevaron a cabo reuniones con los catedráticos para discutir los objetivos educativos de cada materia y definir los enfoques pedagógicos más adecuados. Además, se fomentó la colaboración entre los maestros de diferentes aldeas para compartir ideas y recursos, lo que permitió enriquecer aún más el contenido educativo. La plataforma web creada desempeñó un papel fundamental en este proceso, ya que proporcionó una herramienta eficaz y accesible para la creación, almacenamiento y gestión de los materiales educativos. Los catedráticos pudieron subir sus recursos directamente al portal web, lo que facilitó la organización y el acceso a los materiales desde cualquier dispositivo conectado.

C. FASE 3: ARMADO Y PREPARACIÓN DEL SERVIDOR

En la fase 3 del proyecto, se llevó a cabo el armado y preparación del servidor que es la base para el resto de las copias que se crearon. Para facilitar la instalación y configuración de los servidores en las casas de las familias beneficiadas, se utilizó un script tipo BASH que automatizó el proceso de compresión del sistema operativo y las particiones, generando así una imagen ISO que funcionaría como instalador. Se procedió a la configuración del servidor utilizando varias tecnologías y herramientas para asegurar su correcto funcionamiento y permitir el acceso al portal web educativo. Estas tecnologías incluyeron el uso de Nginx, DHCP y hostapd, así como configuraciones de red adicionales para garantizar una navegación fluida y eficiente para los alumnos.

- **Nginx:** Nginx es un servidor web de alto rendimiento y eficiente que se utilizó para crear las rutas y el nombre de dominio DNS para acceder al portal web. Nginx actúa como un proxy inverso, direccionando las solicitudes de los clientes hacia el servidor web local que contiene el contenido educativo. De esta manera, se aseguró un enrutamiento adecuado de las peticiones web y una distribución eficiente del tráfico hacia el servidor local.
- **DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol):** se empleó para proporcionar direcciones IP dinámicas a los dispositivos conectados a la red wifi generada por el servidor. Al asignar direcciones IP de manera automática y dinámica, se simplificó la configuración de los dispositivos y se aseguró una conexión fluida a la red local.
- **HOSTAPD:** Hostapd es un software que se utilizó para convertir la Raspberry Pi Zero W en un punto de acceso inalámbrico, permitiendo que la placa wifi integrada en el Raspberry Pi generara una red wifi local para que los dispositivos se conecten al servidor. Esta red wifi local proporcionó a los alumnos una forma de acceder al portal web y al contenido educativo sin necesidad de una conexión a internet.
- **PISHRINK:** se utilizó el script para Linux conocido como PiShrink, este script permitió generar un archivo ISO de 1.3GB que contiene el sistema operativo, todos los paquetes y configuraciones necesarias para obtener un clon del servidor principal y así facilitar la distribución de las copias del servidor local, este archivo únicamente contiene archivos de sistema debido a que todo el contenido audiovisual generado es leído de cualquier USB conectada al Raspberry Pi.

Además de Nginx, DHCP y hostapd, se realizaron configuraciones de red adicionales para garantizar que el servidor local y la red wifi funcionaran de manera óptima. Esto incluyó la configuración de rutas estáticas, la asignación de DNS locales y otras configuraciones específicas para asegurar una conectividad adecuada y estable entre los dispositivos conectados y el servidor.

Todas estas tecnologías y configuraciones de red trabajaron en conjunto para habilitar el acceso al portal web educativo desde los dispositivos conectados a la red wifi generada por el servidor. Los alumnos

y maestros pudieron acceder al contenido educativo de manera rápida y cómoda, incluso en las áreas con limitado acceso a internet.

La implementación de estas tecnologías y configuraciones de red aseguró un funcionamiento eficiente y fiable del servidor local, brindando una experiencia de usuario óptima para los estudiantes y maestros. Con estas soluciones técnicas en su lugar, el proyecto MAYA pudo cumplir con su objetivo de mejorar el acceso a la educación y proporcionar recursos educativos a través del portal web a los estudiantes de primaria en el Paraje Salitre de Conejo y aldeas circundantes.

Al finalizar la configuración necesaria del servidor se utilizó un script de Linux que permitió empaquetar todo el software y la configuración necesaria para el funcionamiento del servidor en una única imagen ISO. La imagen ISO incluye el sistema operativo optimizado, el portal web educativo, las herramientas de gestión y administración. Además, se configuraron las opciones necesarias para que, al instalar la imagen ISO en cada servidor, estos se adaptaran automáticamente al contexto y las condiciones de cada familia beneficiada haciendo uso de los pendrives con el material didáctico específico para cada familia.

El proceso de generación de la imagen ISO fue realizado con especial atención a la eficiencia y la optimización del espacio en disco, lo que permitió que el tamaño de la imagen fuera lo más reducido posible para facilitar su transferencia e instalación en los servidores. De esta manera, se garantizó que la imagen ISO pudiera ser clonada en múltiples dispositivos sin ocupar un espacio excesivo en su almacenamiento. Además, se empleó la herramienta pishrink, un proyecto de GitHub ampliamente reconocido por su capacidad para reducir el tamaño de imágenes de tarjetas SD de Raspberry Pi de manera eficaz y sin pérdida de datos. Esto contribuyó significativamente a la eficacia del proceso de generación de imágenes ISO.

Una vez creada la imagen ISO, se utilizó para instalar y configurar cada uno de los servidores que fueron entregados a las familias beneficiadas. La instalación se llevó a cabo de manera rápida y sencilla, reduciendo el tiempo y los recursos necesarios para el despliegue del proyecto en cada hogar. La posibilidad de clonar fácilmente nuevos servidores a partir de la imagen ISO generada, permitió una

```
pi@MAYA-WILSON:/media/pi/MAYA $ sudo pishrink.sh MAYA-ALUMNO-RP-1-2.img
pishrink.sh v0.1.2
pishrink.sh: Gathering data ...
Creating new /etc/rc.local
pishrink.sh: Checking filesystem ...
/dev/loop0: Inode 27031 extent tree (at level 2) could be narrower. IGNORED.
/dev/loop0: 36853/2740288 files (0.6% non-contiguous), 591748/6148417 blocks
resize2fs 1.44.5 (15-Dec-2018)
pishrink.sh: Shrinking filesystem ...
resize2fs 1.44.5 (15-Dec-2018)
Resizing the filesystem on /dev/loop0 to 780687 (4k) blocks.
Begin pass 2 (max = 61493)
Relocating blocks          XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Begin pass 3 (max = 188)
Scanning inode table      XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Begin pass 4 (max = 4081)
Updating inode references  XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
The filesystem on /dev/loop0 is now 780687 (4k) blocks long.

pishrink.sh: Shrinking image ...
pishrink.sh: Shrunk MAYA-ALUMNO-RP-1-2.img from 30G to 3.0G ...
```

Ilustración 17 Imagen generada a partir de un sistema operativo configurado para clonar el sistema

expansión ágil y eficiente del proyecto a futuro. Si surgía la necesidad de ampliar el número de servidores en las comunidades, se podía realizar con facilidad mediante la creación de nuevas copias a partir de la imagen ISO original.

D. FASE 4: PRODUCCIÓN, ENVÍO DE LOS DISPOSITIVOS A LAS FAMILIAS

En la fase 4 del proyecto, denominada como fase de producción, se llevó a cabo la clonación de los servidores de placa reducida con el portal web montado y se realizaron las entregas a las familias de las aldeas beneficiadas. Esta etapa representó un avance significativo en el proyecto, ya que permitió hacer realidad el acceso al contenido educativo desde los hogares de los estudiantes de primaria en el Paraje Salitre de Conejo y aldeas circundantes.

Una vez que los pequeños servidores fueron clonados y preparados con la imagen ISO, se realizaron las entregas a las familias de las aldeas. Durante esta etapa, se llevó a cabo un proceso de

capacitación y orientación para los miembros de cada familia beneficiada, con el fin de asegurar que comprendieran el funcionamiento del servidor y cómo acceder al contenido educativo desde sus hogares. Se explicó a los beneficiarios cómo conectar y encender los servidores locales, cómo acceder al portal web educativo a través de dispositivos conectados a la red wifi proporcionada por cada servidor, y cómo navegar y utilizar el contenido educativo disponible en el portal.

Asimismo, se brindó asistencia técnica y soporte a las familias en caso de que surgieran preguntas o problemas durante la utilización de los servidores. La entrega de los pequeños servidores a las familias marcó un momento significativo de impacto en las comunidades beneficiadas. Los estudiantes de primaria y los maestros tuvieron la oportunidad de acceder a un valioso recurso educativo desde sus hogares, lo que les brindó una mayor autonomía en su proceso de aprendizaje y les permitió continuar con su educación incluso en situaciones en las que el acceso a la educación formal era limitado.



Ilustración 18 Dispositivos MAYA empacados para la entrega a las familias

VI. RESULTADOS

A. ENCUESTA A USUARIOS ESTUDIANTES

Los resultados de este proyecto fueron tomados de los 20 estudiantes contemplados después de 3 meses de uso de la plataforma virtual con clases presenciales y 3 meses de uso como consecuencia de la pandemia COVID-19 mediante una encuesta escrita dividida en 2 secciones, sección 1 sobre el usuario, sección 2 sobre el aprendizaje, sección 3 opiniones generales.

Pregunta 1 - Sección 1, información del usuario.

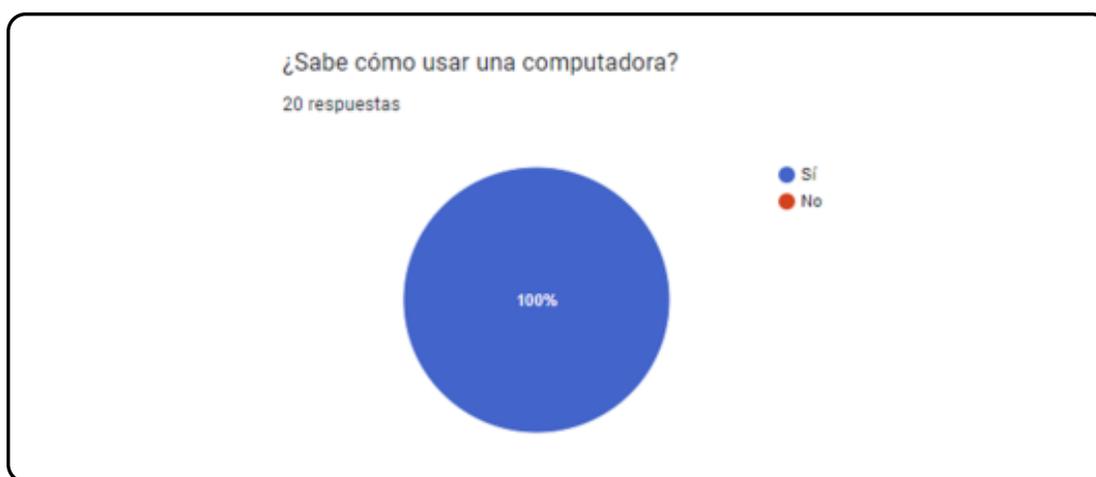


Ilustración 19 Pregunta 1 - Sección 1 de cuestionario a usuarios

El resultado muestra que el 100% de los 20 usuarios tienen el conocimiento previo sobre cómo manipular una computadora y aunque una computadora no es totalmente necesaria para usar el sistema MAYA es importante conocer el nivel de habilidades en la computación de la población.

Pregunta 2 - Sección 1, información del usuario.



Ilustración 20 Pregunta 2 - Sección 1 de cuestionario a usuarios

El resultado muestra que el 80% de la población está conforme con la educación que le es impartida por su maestro con respecto a las clases impartidas en la presencialidad, mientras que un 20% no está conforme con la educación dada por el maestro.

Pregunta 3 - Sección 1, información del usuario.

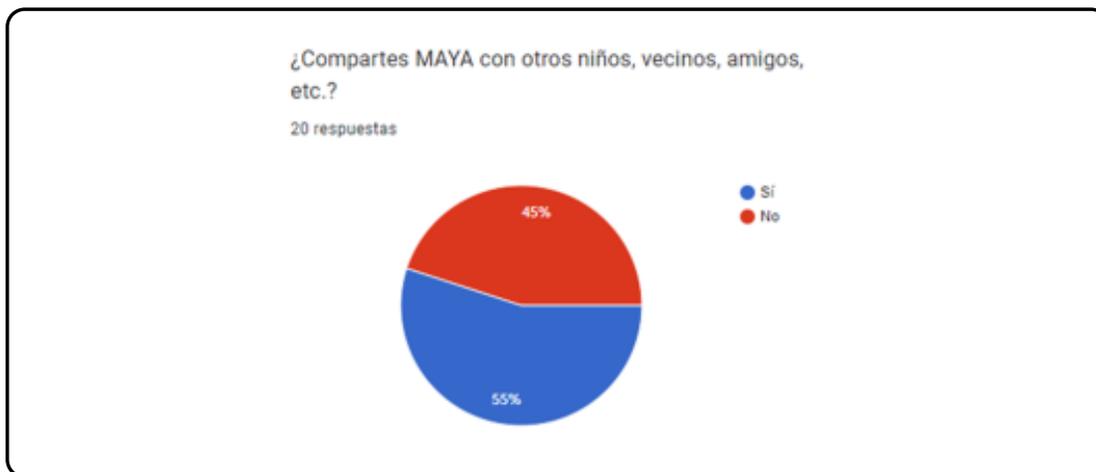


Ilustración 21 Pregunta 3 - Sección 1 de cuestionario a usuarios

El 55% de la población comparte la señal WiFi y el contenido educativo del sistema MAYA con niños, vecinos, etc. mientras que el 45% utiliza el dispositivo de manera individual.

Pregunta 1 – Sección 2, sobre el aprendizaje.



Ilustración 22 Pregunta 1 - Sección 2 de cuestionario a usuarios

El 65% de los usuarios han usado el portal educativo denominado MAYA para reforzar temas vistos en clase, mientras que el 35% no lo ha usado como medio para repasar temas vistos en clase.

Pregunta 2 – Sección 2, sobre el aprendizaje.



Ilustración 23 Pregunta 2 – Sección 2 sobre el aprendizaje.

El 80% de los usuarios han usado la plataforma digital como una herramienta para aprendizajes nuevos no vistos en la escuela, mientras que el 20% no lo han usado para descubrir nuevos conocimientos.

Pregunta 3 – Sección 2, sobre el aprendizaje.



Ilustración 24 Pregunta 3 - Sección 2 de cuestionario a usuarios

El 85% de los usuarios afirman usar el portal web MAYA para repasar temas vistos en clase, mientras que el 15% de los usuarios no han usado el portal web para repasar temas vistos en clase.

Pregunta 4 – Sección 2, sobre el aprendizaje.



Ilustración 25 Pregunta 4 - Sección 2 de cuestionario a usuarios

El 100% de los usuarios afirman que el portal web podría ayudarlos a su educación si las clases presenciales se ven afectadas por confinamiento vivido en pandemia por COVID-19

Pregunta 1 – Sección 3, sobre opiniones generales.

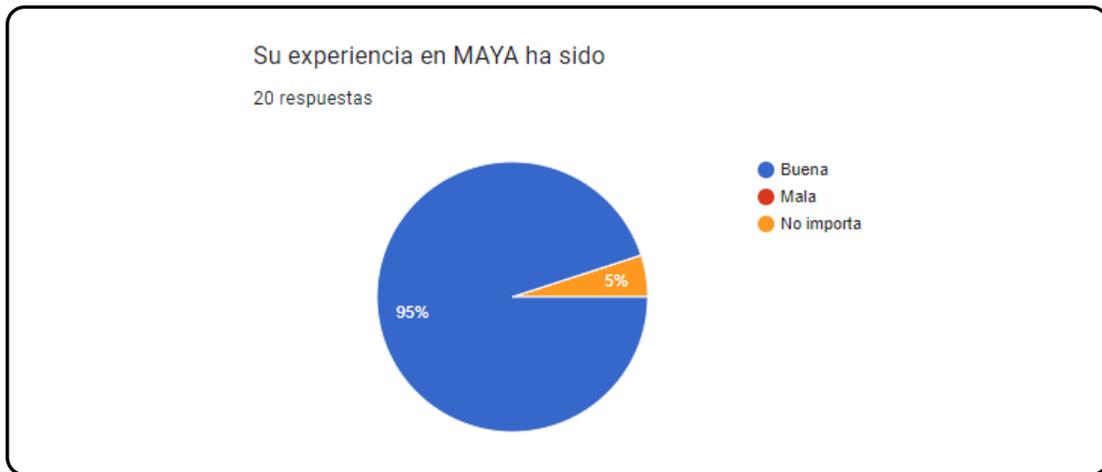


Ilustración 26 Pregunta 1 - Sección 3 de cuestionario a usuarios

El 95% de los usuarios afirman que su experiencia usando el dispositivo y el portal web ha sido buena, el 5% no encuentra relevancia en el uso de este dispositivo y 0% de los usuarios piensan que la experiencia es mala.

Pregunta 2 – Sección 3, sobre opiniones generales.



Ilustración 27 Pregunta 2 - Sección 3 de cuestionario a usuarios

El 80% de los usuarios afirman que el entorno del dispositivo para aprender temas ha sido bueno, el 20% no encuentra relevancia en el uso del sistema MAYA para el aprendizaje y el 0% de los usuarios cree que el sistema es un entorno malo.

Pregunta 3 - Sección 3 de cuestionario a usuarios.

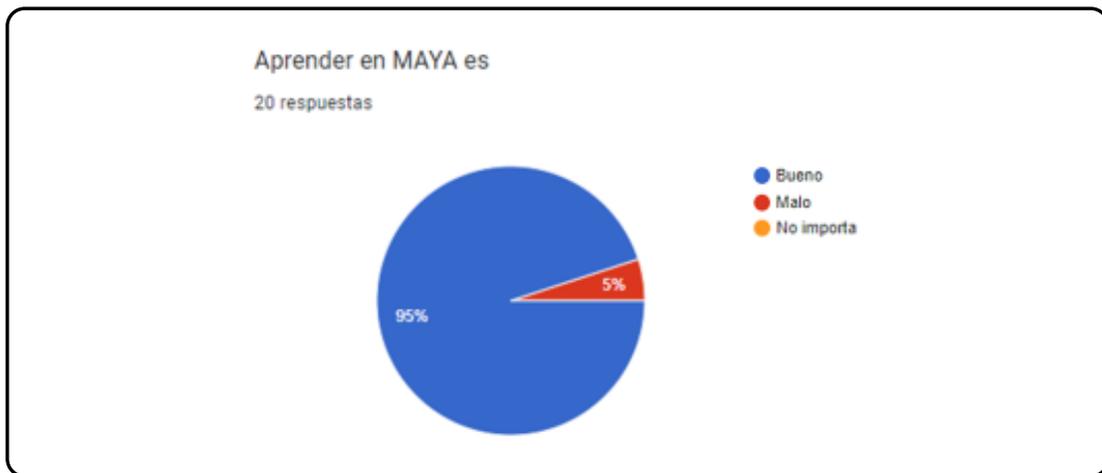


Ilustración 28 Pregunta 3 - Sección 3 de cuestionario a usuarios

El 95% de los usuarios piensa que aprender en este sistema web es positivo, el 5% de los usuarios piensa que aprender en este dispositivo es malo, y el 0% piensa que no importa.

Pregunta 4 - Sección 3 de cuestionario a usuarios.

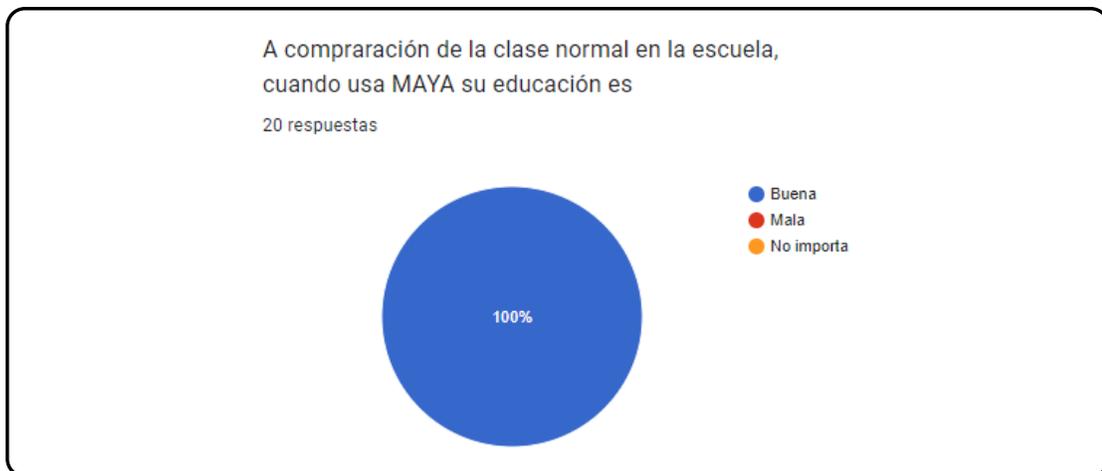


Ilustración 29 Pregunta 4 – Sección 3 sobre opiniones generales.

El 100% de los usuarios del sistema MAYA opina que, a comparación de la clase normal en su escuela, el uso del dispositivo y portal web en su educación es buena.

Pregunta 5 – Sección 3, sobre opiniones generales.

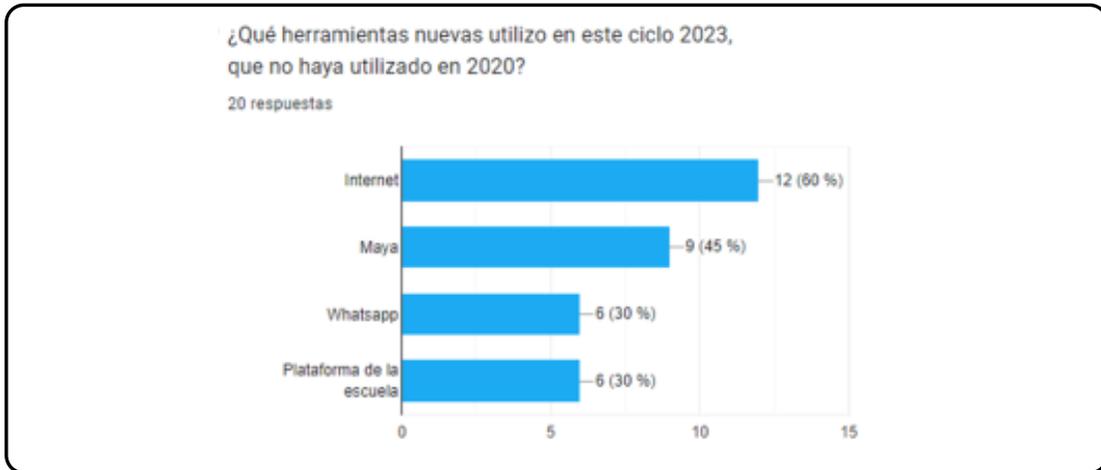


Ilustración 30 Pregunta 5 - Sección 3 de cuestionario a usuarios

Sobre las herramientas educativas nuevas que el usuario utilizó en el año 2023 a comparación del 2020, el 60% utilizó internet, 45% utilizó el portal web MAYA, el 30% la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp y el 30% la plataforma web proporcionada por su escuela.

Pregunta 6 – Sección 3, sobre opiniones generales.

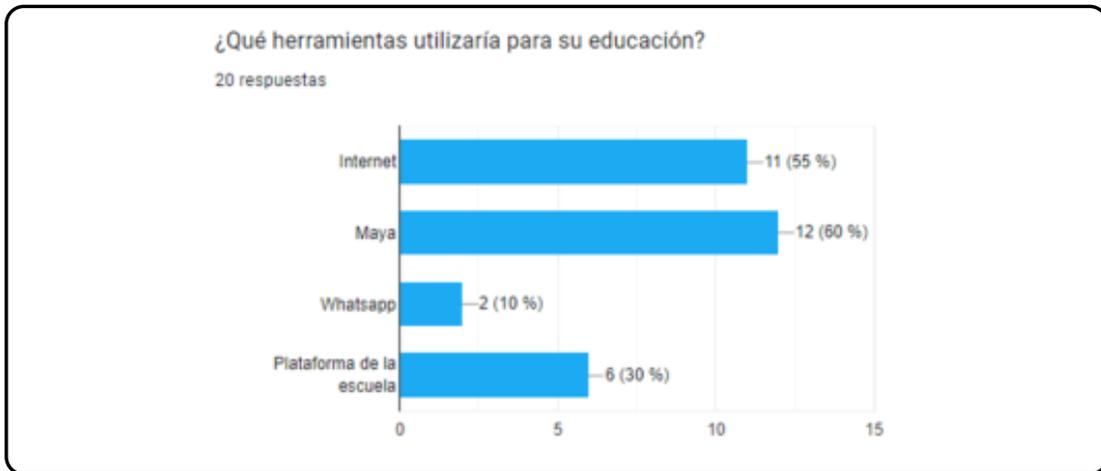


Ilustración 31 Pregunta 6 - Sección 3 de cuestionario a usuarios

Sobre las herramientas que el usuario utilizaría para su educación el 60% afirma que utilizaría el sistema web MAYA, el 55% utilizaría internet, el 30% la plataforma de la escuela y el 10% la aplicación de mensajería instantánea WhatsApp.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El proyecto final de graduación representó una iniciativa transformadora para mejorar el acceso a la educación en el Paraje Salitre de Conejo aldea Pueblo Viejo y Caserío Chuixchimal aldea Nimasac, del departamento de Totonicapán, Guatemala. Los resultados obtenidos demostraron que la combinación de tecnología, innovación y compromiso social puede marcar una diferencia significativa en comunidades con limitaciones geográficas y económicas.

La implementación exitosa del portal web educativo fue el resultado de un proceso bien estructurado, que comenzó con la identificación de las necesidades educativas de la región. Las reuniones con los catedráticos de las aldeas y expertos en E-Learning fueron fundamentales para recopilar los requerimientos clave que guiaron el diseño y desarrollo del portal. La fase de planificación y diseño permitió la creación de bocetos visuales preliminares, que luego fueron revisados y aprobados por los catedráticos y partes interesadas antes de avanzar con el desarrollo.

La fase de desarrollo se centró en la creación de la estructura del portal web y la integración de contenidos educativos basados en el currículo nacional base (CNB) de primaria. La selección cuidadosa de tecnologías como Nginx, DHCP y hostapd fue esencial para establecer la red wifi local, permitiendo a los estudiantes acceder al portal desde sus hogares, independientemente de la conectividad a internet. La generación de una imagen ISO mediante un script tipo BASH aseguró una instalación rápida y estandarizada de los servidores en cada familia beneficiada, facilitando la clonación y expansión futura del proyecto.

Durante la fase de pruebas y aprobación final, se realizó un riguroso proceso de verificación para garantizar el correcto funcionamiento del portal web y la satisfacción de los usuarios. La retroalimentación recibida de los catedráticos y otras partes interesadas fue valiosa para realizar ajustes y mejoras, lo que resultó en un producto final altamente efectivo y adaptado a las necesidades educativas de las comunidades.

La fase de producción, con la clonación de los pequeños servidores y su entrega a las familias beneficiadas, fue el momento culminante del proyecto. La capacitación proporcionada a los beneficiarios aseguró que pudieran utilizar los servidores y acceder al contenido educativo de manera óptima. Este hito representó el punto de partida para una educación más inclusiva y accesible para los estudiantes de primaria en estas áreas rurales.

Los resultados obtenidos trascendieron más allá del acceso al contenido educativo. El proyecto generó un impacto social significativo al empoderar a las familias y catedráticos con recursos tecnológicos y herramientas para el aprendizaje. El uso efectivo de la Raspberry Pi Zero W como servidor local

demonstró que las tecnologías de bajo costo y alto rendimiento pueden tener un papel clave en la mejora de la educación en entornos desfavorecidos.

Además, el proyecto sentó las bases para futuras expansiones y mejoras en la educación en estas comunidades. La facilidad para clonar nuevos servidores y actualizar el contenido educativo mediante memorias USB aseguró la escalabilidad y sostenibilidad del proyecto a largo plazo. Esta solución innovadora podría replicarse en otras áreas rurales y comunidades con desafíos similares, brindando oportunidades educativas valiosas a estudiantes de primaria en todo el país.

VIII. CONCLUSIONES

La plataforma web permitió una interacción más dinámica y enriquecedora con los contenidos educativos. Los materiales audiovisuales creados por los catedráticos se integraron con otros elementos interactivos, como material y ejercicios prácticos, para fomentar la participación activa de los estudiantes y fortalecer su proceso de aprendizaje. La creación de contenido educativo se basa en el currículo nacional base (CNB) y su integración en la plataforma web contribuyó significativamente a mejorar la calidad y pertinencia de la educación ofrecida a los estudiantes de primaria en el Paraje Salitre de Conejo aldea Pueblo Viejo y Caserío Chuixchimal aldea Nimasac, del departamento de Totonicapán, Guatemala. El acceso a materiales actualizados y alineados con los estándares educativos oficiales permitió a los estudiantes acceder a una educación de mayor calidad y relevancia, lo que a su vez impactó positivamente en su desarrollo académico y personal.

Gracias a esta implementación, se logró llevar el acceso al contenido educativo y el aprendizaje a las comunidades rurales de Guatemala, mejorando significativamente las oportunidades educativas para los estudiantes de primaria y fortaleciendo la educación en las áreas del Paraje Salitre de Conejo y aldeas circundantes.

Conforme a los objetivos de este proyecto se concluye:

1. Que el sistema de servidor de placa reducida con punto de acceso wifi, un sistema de actualización por Pendrive USB ofrece una solución efectiva y accesible para brindar educación primaria desde casa en áreas con acceso limitado o nulo a servicios de internet.
2. El portal web desarrollado proporciona una interfaz intuitiva y de fácil administración, permitiendo a los maestros crear cursos alineados al CNB y los estudiantes incluso sin experiencia previa en navegación web, pueden acceder y navegar por el portal de manera sencilla.
3. La implementación de un servidor completo que hace uso de software libre, garantiza un acceso sin limitaciones de contenido educativo a los estudiantes y maestros.
4. La creación de una imagen ISO como contenedor de todos los paquetes, configuraciones y sistema operativo necesario para el correcto funcionamiento fue clave para poder clonar más dispositivos Raspberry pi, garantizando la expansión del proyecto, por lo tanto, escalabilidad de una manera más sencilla y a bajo costo.

IX. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos sobre la implementación de servidores personales montados en una computadora de placa reducida, con acceso wifi e información relevante para fortalecer la educación desde el hogar se recomienda lo siguiente:

1. Implementar programas de capacitación para maestros, padres y estudiantes sobre cómo aprovechar al máximo el portal web y las herramientas educativas disponibles y proporcionadas por GuateStar.
2. Promover e incentivar a los maestros y miembros de la comunidad a crear contenido educativo relevante y específico para las necesidades educativas de los estudiantes.
3. Involucrar a los padres y madres en el proceso educativo, dándoles orientación sobre cómo apoyar a sus hijos utilizando el portal y el material educativo.
4. Establecer una línea de comunicación entre GuateStar y las familias beneficiadas para monitorear la interacción de los estudiantes con el portal y recopilar comentarios para identificar áreas de mejora.
5. Realizar iniciativas para brindar acceso a dispositivos tecnológicos a aquellos estudiantes que puedan no tener un dispositivo MAYA en sus hogares.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, R. B. (2009). EL E-LEARNING, UNA RESPUESTA EDUCATIVA A LAS DEMANDAS DE LAS SOCIEDADES DEL SIGLO XXI. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 87-96.
- Bonasera, D. (16 de marzo de 2015). *PiShrink*. Obtenido de <https://github.com/Drewsif/PiShrink>
- Cabrera, A. R. (junio de 2010). *La educación virtual*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412010000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Cisco. (s.f.). *¿Qué es Wi-Fi?* Obtenido de https://www.cisco.com/c/es_mx/products/wireless/what-is-wifi.html#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20Wi%2DFi%3F,%2C%20pueden%20interactuar%20con%20Internet.
- Darkcrizt. (2017). *WiFi hostapd AP una aplicación para crear puntos de acceso Wifi en Linux*. Obtenido de <https://www.linuxadictos.com/wifi-hostapd-ap-una-aplicacion-para-crear-puntos-de-acceso-wifi-en-linux.html>
- Hat, R. (7 de julio de 2022). *Red Hat*. Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/linux/what-is-arm-processor>
- JB., J. M. (2006). *Educación en red: mucho más que educación a distancia*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412006000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- JB., J. M. (s.f.). *scielo*.
- Kelley, S. (2019). *Ubuntu Manpage Repository*. Obtenido de <https://manpages.ubuntu.com/manpages/trusty/es/man8/dnsmasq.8.html#autor>
- Kinsta. (21 de febrero de 2022). *¿Qué Es Nginx y Cómo Funciona?* Obtenido de <https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-nginx/>

Universidades, S. (s.f.). *¿Qué es Bootstrap y cómo funciona este framework?* Obtenido de <https://www.becas-santander.com/es/blog/que-es-bootstrap.html>

Velasco, R. (s.f.). *Softzone*. Obtenido de <https://www.softzone.es/linux/distros/raspberry-pi-os/>

XI. ANEXOS



Ilustración 32 Raspberry Pi Zero W, placa utilizada para el desarrollo de este proyecto



Ilustración 33 Presentación de proyecto a niños y niñas de las comunidades



Ilustración 34 Entrega de dispositivos MAYA a familias

GuateStar Contenido Wilson Cerrar Sesión

COMUNICACION Y LENGUAJE

I UNIDAD
2. Segundo Primaria

02 CLASE 02 SILABAS TRABADAS



2:44 / 8:23

COMUNICACION Y LENGUAJE

02 Clase 02 Sílabas trabadas

- CH Caligrafía 4 Primer Ciclo (2do y 3ro)
- D-E caligrafía 5 Primer Ciclo (2do y 3ro)
- E - G Caligrafía 6 primer ciclo (2do y 3ro)

Ilustración 35 Portal Web, vista desde un dispositivo móvil