

IMPLEMENTACIÓN DE ACCESIBILIDAD EN PROGRESSIVE WEB APPS (PWAs): DESAFÍOS, TÉCNICAS Y BENEFICIOS EN LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE MANABÍ ECUADOR

IMPLEMENTATION OF ACCESSIBILITY IN PROGRESSIVE WEB APPS (PWAs): CHALLENGES, TECHNIQUES AND BENEFITS IN STATE UNIVERSITIES OF MANABÍ ECUADOR

Alex Bladimir Mora Marcillo ^{1*}

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0883-4603>.
Correo: alex.mora@uleam.edu.ec

Gissella del Carmen Alcivar Loor ²

² Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3283-5892>.
Correo: giscar82@hotmail.com

Carmen Vanessa Moreira Loor ³

³ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3978-6542>.
Correo: vanne.1307@gmail.com

*** Autor para correspondencia: alex.mora@uleam.edu.ec**

Resumen

En la era de la digitalización global, las Progressive Web Apps (PWA) han surgido como una solución innovadora al combinar la accesibilidad de las aplicaciones web. Este artículo se centra en la implementación de accesibilidad y usabilidad de las PWA en dos universidades estatales de Manabí, Ecuador. Se emplea un enfoque mixto que combina métodos cualitativos y cuantitativos. Los resultados revelan que la mayoría de los estudiantes consideran que las PWA son fáciles de usar y accesibles, aunque carecen de conocimiento sobre las funciones específicas de accesibilidad. Por otro lado, los docentes reconocen la efectividad de las PWA en la enseñanza y tienen una mayor conciencia sobre la importancia de la accesibilidad. Sin embargo, enfrentar desafíos en la integración de estas tecnologías en el aula. La triangulación de datos muestra una valoración positiva de las PWAs por parte de ambos grupos, estudiantes y docentes. No obstante, se resalta la necesidad de programas de capacitación y sensibilización más sólidos en accesibilidad, tanto para estudiantes como para docentes, para maximizar el potencial de las PWAs en el entorno educativo. Este



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

estudio destaca la importancia de mejorar la educación en tecnologías digitales y accesibilidad en el contexto universitario para aprovechar plenamente las ventajas que las PWA pueden ofrecer, asegurando un entorno de aprendizaje inclusivo y efectivo.

Palabras clave: acceso; aplicaciones; tecnologías; usabilidad

Abstract

In the era of global digitalization, Progressive Web Apps (PWA) have emerged as an innovative solution by combining the accessibility of web applications. This article focuses on the implementation of accessibility and usability of PWAs in two state universities in Manabí, Ecuador. A mixed approach is used that combines qualitative and quantitative methods. The results reveal that most students find PWAs easy to use and accessible, although they lack knowledge about specific accessibility features. On the other hand, teachers recognize the effectiveness of PWAs in teaching and have greater awareness of the importance of accessibility. However, face challenges in integrating these technologies in the classroom. The triangulation of data shows a positive assessment of PWAs by both groups, students and teachers. However, the need for more robust training and awareness programs in accessibility is highlighted, both for students and teachers, to maximize the potential of PWAs in the educational environment. This study highlights the importance of improving education in digital technologies and accessibility in the university context to fully take advantage of the advantages that PWAs can offer, ensuring an inclusive and effective learning environment.

Keywords: access; applications; technologies; usability

Fecha de recibido: 21/09/2023

Fecha de aceptado: 26/11/2023

Fecha de publicado: 19/12/2023

Introducción

En la era de la digitalización global, el concepto de aplicaciones web accesibles ha cobrado una relevancia sin precedentes. Las *Progressive Web Apps* (PWA) emergen como una solución innovadora, al combinar la accesibilidad de una aplicación web con la funcionalidad de una aplicación móvil nativa. Este avance representa no solo un salto tecnológico, sino también un desafío en términos de implementación de accesibilidad y usabilidad, aspectos fundamentales para garantizar una experiencia inclusiva y equitativa para todos los usuarios.

Las aplicaciones web se presentan como las equivalentes en línea de las herramientas de ofimática convencionales, como procesadores de texto y hojas de cálculo, pero se caracterizan por su uso a través de una conexión a Internet. En este contexto, es posible emplear un dispositivo solo como medio de acceso a la aplicación remota, eliminando la necesidad de instalar software adicional. Estas aplicaciones, en su mayoría, operan como programas informáticos alojados en servidores y son accesibles para los usuarios mediante protocolos web estándar, lo que permite su utilización a través de navegadores web comunes (Salas, 2023).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

En una aplicación en línea, generalmente se pueden identificar distintos estratos, como se evidencia en una estructura cliente-servidor de tres capas. El nivel superior corresponde al cliente web, típicamente el navegador, encargado de interactuar con el usuario. Por otro lado, el nivel inferior alude a la base de datos, que suministra la información necesaria, mientras que el nivel intermedio corresponde al servidor web, que se encarga de procesar los datos (Tóala, 2023).

Al considerar el papel de las aplicaciones web en el panorama tecnológico actual, resulta evidente que representan una evolución significativa en comparación con las herramientas de ofimática convencionales. Estas aplicaciones, al operar a través de una conexión a Internet, eliminan la necesidad de cargar nuestros dispositivos con software adicional, lo que simplifica la experiencia del usuario y reduce la carga de mantenimiento. Además, su accesibilidad a través de navegadores web estándar abre las puertas a una amplia gama de usuarios, independientemente de su sistema operativo o dispositivo, lo que refuerza su versatilidad.

La arquitectura de tres capas en las aplicaciones en línea, que comprende el cliente web, el servidor web y la base de datos, proporciona un enfoque organizado y eficiente para la gestión de datos y la interacción con el usuario. Este modelo distribuido permite un flujo de datos suave y seguro, mejorando la experiencia del usuario al garantizar un acceso rápido a la información necesaria. En última instancia, estas características combinadas hacen que las aplicaciones web sean una opción atractiva para abordar las necesidades de productividad y colaboración en la era digital.

En esta interpretación, se destaca la evolución que representan las aplicaciones web en comparación con las herramientas de ofimática tradicionales, resaltando su simplicidad, accesibilidad y eficiencia en la gestión de datos. También se enfatiza la relevancia de la arquitectura de tres capas en la mejora de la experiencia del usuario y la productividad en el entorno digital.

Específicamente las Aplicaciones Web Progresivas (PWA, por sus siglas en inglés) representan una herramienta programada en lenguaje web, incluyendo HTML5, JavaScript y CSS. Sin embargo, su funcionalidad trasciende esta caracterización, ya que se comportan de manera similar a las aplicaciones móviles nativas y, al mismo tiempo, como aplicaciones web, lo que las convierte en una forma de "aplicación combinada". Además, su versatilidad se refleja en su capacidad de ser utilizado en diversos dispositivos, su peso reducido y la rapidez con la que se pueden actualizar. Además, las PWA admiten notificaciones *push* como parte de sus funcionalidades (Banoala, 2023).

En este orden de ideas Rachel et al. (2023) presentan su definición sobre PWA, quienes mencionan que las *Progressive Web Apps* (PWA) son aplicaciones web que han sido desarrolladas y enriquecidas utilizando API contemporáneas, con el propósito de ofrecer mejoras en capacidades, confiabilidad e instalación, llegando así a un público amplio, sin importar el lugar o el dispositivo, todo esto, a partir de una única base de código.

Tabla 1. Comparativa con características entre una app nativa y una PWA.

Aspectos	Aplicación Nativa	PWA
Instalación	Descarga desde tienda de aplicaciones	Acceso a través del navegador, instalación en pantalla de inicio
Plataformas	Específica para cada plataforma	Multiplataforma, funciona en cualquier navegador moderno.
Actualizaciones	Requiere actualización manual	Actualización automática al acceder



Tamaño de descarga	Mayor tamaño debido a recursos específicos	Más liviana, carga recursos bajo demanda
Acceso sin conexión	Puede funcionar sin conexión con descargas previas	Algunas PWA pueden funcionar sin conexión gracias al almacenamiento en caché
Distribución	Disponible en tiendas, requiere revisión.	Compatible mediante enlace web, no requiere revisión
Interacción Hardware	Acceso completo al hardware del dispositivo	Limitaciones en el acceso al hardware.
Experiencia de Usuario	Experiencia fluida y rica en rendimiento y diseño.	Mejora en el rendimiento, algunas limitaciones.

Fuente: Elaboración propia.

La comparativa que se ofrece en la Tabla1 brinda las cuestiones medulares que diferencian a los dos tipos de aplicación. Para mayor comprensión se describen a continuación los elementos más puntuales que permiten resaltar los beneficios y también los desafíos que se presentan en el uso y acceso de las PWAs.

1. Instalación:

- App Nativa: Requiere ser descargada e instalada desde una tienda de aplicaciones (como App Store o Google Play).
- PWA: Se accede a través de un navegador web y se puede "instalar" en la pantalla de inicio del dispositivo, sin necesidad de pasar por una tienda de aplicaciones.

2. Plataformas:

- App Nativa: Generalmente se desarrolla específicamente para una plataforma (iOS, Android, etc.), lo que requiere la creación de versiones separadas para cada una.
- PWA: Son multiplataforma y pueden funcionar en cualquier dispositivo con un navegador web moderno, independientemente del sistema operativo.

3. Actualizaciones:

- App Nativa: Las actualizaciones deben ser descargadas e instaladas manualmente por los usuarios desde la tienda de aplicaciones.
- PWA: Se actualiza automáticamente cuando se accede a la aplicación a través del navegador web, lo que garantiza que los usuarios siempre tengan la última versión.

4. Tamaño de Descarga:

- App Nativa: Tienden a ser más grandes en tamaño debido a los recursos específicos de la plataforma incluidos en la aplicación.
- PWA: Suelen ser más livianas, ya que no contienen recursos específicos de la plataforma y se cargan bajo demanda desde la web.

5. Acceso sin conexión:

- App Nativa: Pueden funcionar sin conexión, pero requieren descargar contenido o funciones específicas para ello.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

- PWA: Algunas PWA pueden funcionar sin conexión gracias al almacenamiento en caché de contenido previamente visitado.

6. Distribución:

- App Nativa: Disponibles en tiendas de aplicaciones, lo que puede requerir una revisión y aprobación por parte de la plataforma.
- PWA: Se pueden compartir fácilmente mediante un enlace web y no requieren una revisión de tienda.

7. Interacción con el Hardware:

- App Nativa: Ofrecen un acceso más completo al hardware del dispositivo, como la cámara, el GPS y los sensores.
- PWA: Aunque han mejorado en este aspecto, aún tienen limitaciones en el acceso al hardware en comparación con las aplicaciones nativas.

8. Experiencia de Usuario:

- App Nativa: Suelen ofrecer una experiencia más fluida y rica en términos de rendimiento y diseño, especialmente cuando se trata de aplicaciones intensivas en gráficos.
- PWA: Han mejorado en términos de rendimiento y experiencia de usuario, pero aún pueden tener ciertas limitaciones en comparación con las aplicaciones nativas.

Puede decirse que las PWA ofrecen ventajas en términos de accesibilidad, actualizaciones y distribución, mientras que las aplicaciones nativas brindan un mayor control sobre el hardware y la experiencia.

Es posible postular que, a nivel internacional, la accesibilidad en las PWA se ha convertido en un tema de discusión y análisis constante, buscando superar las barreras que limitan el acceso a la información y la educación en línea. Instituciones educativas de todo el mundo han comenzado a adoptar estas tecnologías, reconociendo su potencial para mejorar la experiencia educativa y la participación de los estudiantes, especialmente aquellos con necesidades especiales.

Específicamente las aulas virtuales o más conocidas como *e-Learning* son herramientas muy utilizadas en el siglo XXI a nivel mundial, con el objetivo de promover una educación de alta calidad; estas adaptadas al contexto de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. *e-Learning* es una herramienta viable para la formación académica, pues se aplica en la modalidad tanto presencial como virtual. La gamificación junto a las aulas virtuales son una innovación muy útil para el proceso de enseñanza-aprendizaje y es por ello que la sociedad debería reconocer su valor como herramienta (Mancheno, 2020).

Sobre los desafíos de las PWAs se habla en el trabajo de investigación realizado por Fortunato y Bernardino (2018) titulado "*Progressive web apps: An Alternative to Native mobile Apps*"; se realiza un análisis exhaustivo de las PWAs como una alternativa a las aplicaciones móviles nativos. Además, se examina la evolución de estas PWA y se exploran las perspectivas futuras de esta tecnología, con el objetivo de comprender si eventualmente pueden desplazar a las aplicaciones nativas. También se destacan las ventajas de las tecnologías web con el propósito de determinar la idoneidad de cada enfoque para proyectos específicos. Los autores señalan que el desarrollo de aplicaciones móviles nativas puede ser costoso,



especialmente cuando se debe desarrollar para múltiples plataformas. Sin embargo, concluyen que aún persisten desafíos cuando se requiere una interacción directa con hardware específico, como el GPS o la cámara, donde las tecnologías web pueden no ser la opción más adecuada.

La usabilidad y accesibilidad de las PWAs ha sido un tema abordado por varios investigadores. El estudio titulado *"A Progressive Web Application Based on Microservices Combining Geospatial Data and the Internet of Things"*, realizado por Mena et al. (2019), citado por Peña (2021), aborda la cuestión de cómo suele presentarse la información de los dispositivos IoT en paneles de monitoreo y control de forma aislada, sin integrarse con otros tipos de datos. Asimismo, se enfatiza la importancia de contextualizar la información basada en la ubicación del usuario. En este contexto, se propone la implementación de una arquitectura de software que se sustenta en microservicios y micro interfaces, con el objetivo de facilitar la adquisición fluida y amigable de datos e información geoespacial relacionados con el IoT por parte del usuario.

Es así que se establece el contexto que permite la comprensión de las aplicaciones web y su infraestructura, lo que es esencial para el desarrollo de cualquier investigación o discusión relacionada con este tema de la implementación de accesibilidad en PWAs.

En el contexto ecuatoriano, y más específicamente en la provincia de Manabí, la integración de las PWA en el ámbito universitario representa una oportunidad y un reto. Las universidades estatales de Manabí, caracterizadas por su diversidad y compromiso con la inclusión, se enfrentan al desafío de implementar tecnologías que no solo sean avanzadas, sino también accesibles y fáciles de usar para toda la comunidad universitaria.

Este estudio adopta un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para explorar la implementación de accesibilidad en las PWA en dos universidades estatales de Manabí. A través de una muestra representativa de estudiantes y docentes, se busca entender sus experiencias, percepciones y las posibles barreras que enfrentan en el uso de estas tecnologías. El objetivo no es solo identificar los desafíos y técnicas actuales en la implementación de PWAs accesibles, sino también resaltar los beneficios que estos pueden aportar en el entorno educativo universitario.

En este sentido puede entenderse que la investigación persigue evaluar la implementación de la accesibilidad y la usabilidad en PWA en el contexto de dos universidades estatales de Manabí, Ecuador, identificando los principales desafíos, técnicas efectivas y beneficios percibidos por estudiantes y docentes, con el fin de proporcionar una comprensión integral de cómo estas tecnologías pueden mejorar la experiencia educativa y promover la inclusión en el ámbito universitario.

Al centrarse el estudio en el contexto de Manabí, Ecuador, contribuye a la literatura existente aportando una perspectiva única desde un ámbito geográfico menos explorado, ofreciendo así un valioso entendimiento de cómo las tecnologías de accesibilidad web pueden ser implementadas y adaptadas a las necesidades específicas de comunidades educativas en contextos diversos. Esta introducción establece el contexto general del estudio, su relevancia y el enfoque metodológico, proporcionando una base sólida para el desarrollo del artículo.



Materiales y métodos

Enfoque de investigación

Este estudio emplea un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para una comprensión integral de la implementación de accesibilidad y usabilidad en Progressive Web Apps (PWA) en universidades estatales de Manabí, Ecuador. Este enfoque permite no solo recolectar datos numéricos, sino también entender las percepciones, experiencias y opiniones de los participantes.

Población y muestra

La población de estudio estuvo constituida por estudiantes y docentes de dos universidades estatales en Manabí, Ecuador. Se seleccionaron los participantes mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, asegurando una representación de diferentes facultades y niveles académicos. La muestra final incluyó a 100 estudiantes y 50 docentes, procurando un equilibrio entre las dos universidades.

Instrumentos de recolección de datos

Se desarrollaron dos tipos de encuestas semiestructuradas, una dirigida a estudiantes y otra a docentes. Estas encuestas incluyeron preguntas cerradas para obtener datos cuantitativos y preguntas abiertas para recoger información cualitativa. Las preguntas se centraron en experiencias con PWA, percepciones sobre su accesibilidad y usabilidad, y los desafíos enfrentados en su uso.

Procedimiento de recolección de datos

Las encuestas se distribuyeron de forma electrónica, utilizando plataformas de correo electrónico y redes sociales universitarias para facilitar su acceso. Se garantizó el anonimato de los participantes y de la institución de educación superior, se les informó sobre el propósito del estudio, asegurando el consentimiento informado.

Análisis de datos

Para el análisis cuantitativo, se utilizaron estadísticas descriptivas para resumir las respuestas cerradas de las encuestas. Esto incluye el cálculo de frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central. Para el análisis cualitativo, se empleó un análisis temático para identificar patrones y temas recurrentes en las respuestas abiertas. Se prestó especial atención a las percepciones y experiencias compartidas por los participantes.

Triangulación de datos

En la etapa final del análisis, se realizó una triangulación de los datos cuantitativos y cualitativos de ambas poblaciones (estudiantes y docentes). Este proceso implicó la comparación y clasificación de los hallazgos para obtener una comprensión más completa y validar la información recogida, resaltando similitudes y diferencias significativas en las experiencias y percepciones de ambos grupos.

Consideraciones éticas

Se tomaron las medidas necesarias para garantizar la confidencialidad y el respeto por la privacidad de los participantes. Todos los datos recogidos se utilizaron exclusivamente con fines de investigación académica, y se mantuvo la anonimidad de las universidades y los individuos involucrados en el estudio.



Este apartado proporciona una estructura clara y detallada del enfoque metodológico, los procedimientos de recolección y análisis de datos, y las consideraciones éticas relevantes para tu investigación.

Resultados y discusión

Los resultados de la encuesta indican que la mayoría de los estudiantes encuentran que las PWA son fáciles de usar y accesibles. Sin embargo, hay una notable falta de conocimiento sobre las funciones de accesibilidad específicas, lo que sugiere una oportunidad para mejorar la educación y el entrenamiento en este aspecto. Esta información se muestra en la tabla 2.

Tabla 1. Resultados de la encuesta a estudiantes

Pregunta	Respuesta Positiva (%)	Respuesta Neutra (%)	Respuesta Negativa (%)
Facilidad de uso de PWA	70%	20%	10%
Accesibilidad de PWA	60%	25%	15%
Preferencia de PWA sobre aplicaciones tradicionales	50%	30%	20%
Conocimiento sobre funciones de accesibilidad en PWAs	40%	35%	25%

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los docentes, la tabla 3 muestra que los encuestados reconocen la efectividad de las PWA en la enseñanza y muestran una alta conciencia sobre la importancia de la accesibilidad. Sin embargo, la integración de estas tecnologías en el aula todavía presenta ciertos desafíos.

Tabla 3. Resultados de la encuesta a docentes.

Pregunta	Respuesta Positiva (%)	Respuesta Neutra (%)	Respuesta Negativa (%)
Efectividad de las PWA en la enseñanza	75%	15%	10%
Facilidad para integrar PWA en la enseñanza	55%	25%	20%
Satisfacción con la usabilidad de PWAs	sesenta y cinco%	20%	15%
Conciencia sobre la importancia de la accesibilidad en PWAs	80%	10%	10%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados, en la tabla 4 se puede observar que hay una valoración general positiva de las PWAs tanto por parte de estudiantes como de docentes. Se observa una brecha significativa en el conocimiento y la conciencia sobre la accesibilidad en PWAs, siendo mucho mayor entre los docentes. Aunque ambos grupos reconocen el valor de las PWA, los docentes las utilizan de manera más efectiva en la enseñanza.

Tabla 4. Triangulación de resultados (estudiantes y docentes).

Pregunta	Estudiantes positivos (%)	Docentes positivos (%)
Valoración general de PWA	70%	75%
Conocimiento/Conciencia sobre accesibilidad en PWAs	40%	80%
Preferencia/Utilización efectiva en la enseñanza	50%	55%

Fuente: Elaboración propia.



Discusión de resultados

Sobre la facilidad de uso y accesibilidad de las PWAs, los resultados indican que un 70% de los estudiantes encuentra las PWAs fáciles de usar, y un 60% las considera accesibles. Estos hallazgos no coinciden con los resultados obtenidos por Acosta-Vargas et al. (2016) quienes, realizan una evaluación de la accesibilidad de las páginas web de las universidades ecuatorianas y constatan que de las páginas web analizadas ninguna cumple con las pautas de accesibilidad, por lo tanto, no son accesibles. Además, en esta investigación se concluye que las instituciones de Educación Superior ecuatorianas, tienen un nivel bajo de accesibilidad a las páginas web, pero apuestan por lograr una mejor accesibilidad de acuerdo con los parámetros propuestos por la WCAG 2.0.

Al contrastar los resultados de la investigación con lo establecido por el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 “Accesibilidad para el contenido web” se puede afirmar que en alguna medida las universidades estatales de Manabí cumplen con la aplicación de la norma NTE INEN-ISO/IEC 40500. En este orden de ideas se presenta la necesidad de destacar lo expuesto por Escobar (2022), cuando cita al Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014 para mencionar que la norma NTE INEN-ISO/IEC 40500 fue publicada en enero de 2014 y define las características que debe tener un sitio web para que sea accesible (niveles de orientación, principios, pautas, criterios de conformidad, técnicas suficientes y recomendables). Esta Norma es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO/IEC 40500:2012 Information Technology - W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0.

Específicamente el Reglamento RTE INEN 288, fue aprobado con carácter de obligatorio y entró en vigencia desde el 8 de agosto del 2016, donde se vencía el plazo para adecuar los sitios web existentes al reglamento de acuerdo al nivel de conformidad A y AA, de la norma NTE INEN en agosto del 2018 y agosto 2020 respectivamente (Mora, 2019).

Relacionado con la efectividad de las PWAs en la enseñanza, el 75% de los docentes reconoce la efectividad de las PWAs en la enseñanza, pues propician un aprendizaje más interactivo y participativo. Este resultado apoya los hallazgos de Prieto et al. (2021) quienes destacan que se ha demostrado que la introducción de la tecnología y más aprendizaje activo en las aulas universitarias mejora el rendimiento académico de los estudiantes. No obstante, la integración de estas tecnologías en el aula presenta desafíos, resaltados por el 20% de los docentes. Esto sugiere una brecha entre el reconocimiento de la utilidad de las PWA y su aplicación práctica en el aula.

La conciencia sobre la importancia de la accesibilidad en PWAs es significativamente mayor entre los docentes (80%) en comparación con los estudiantes (40%). Este resultado destaca que los profesores, aunque no siempre tienen la preparación para incluir tecnologías educativas en clase sí reconocen que mejorar su acceso impacta positivamente en el proceso de enseñanza; lo que coincide con el resultado obtenido por Castillo (2023) quien recomienda en su estudio de doctorado elevar las competencias de emplear plataformas virtuales para masificar el aprendizaje significativo en una institución de educación superior.

Triangulación de resultados

La valoración general positiva de las PWAs por parte de ambos grupos, estudiantes y docentes, subraya su potencial como herramientas educativas, por encima de otras que no brindan el mismo nivel de acceso y



usabilidad. Se corrobora este reconocimiento a las PWAs en lo expuesto por Rodríguez et al.(2019) quienes mencionan que las aplicaciones web progresivas son una evolución natural de las aplicaciones web que difuminan la barrera entre la web y las aplicaciones y agrega que con estas PWA se pueden realizar tareas que generalmente solo las aplicaciones nativas podían llevar a cabo. Sin embargo, es preciso destacar que aún existe una brecha en el conocimiento sobre la accesibilidad en PWAs que indica la necesidad de programas de capacitación y sensibilización más robustos.

Esta discusión pone de relieve tanto las fortalezas como las áreas de mejora en la implementación y percepción de las PWA en el contexto universitario. Mientras que las PWAs son generalmente bien recibidas, es claro que se requiere un mayor enfoque en la educación y capacitación en accesibilidad, tanto para estudiantes como para docentes, para maximizar su potencial en el entorno educativo.

Conclusiones

Los estudiantes de las universidades estatales de Manabí reconocen la facilidad de uso y accesibilidad de las PWA, pero muestran un conocimiento limitado sobre sus funciones específicas de accesibilidad. Esta conclusión subraya la necesidad de iniciativas educativas y programas de formación dentro de las universidades que no solo promuevan el uso de tecnologías avanzadas como las PWA, sino que también enfatizan su potencial en términos de accesibilidad. Implementar estos programas ayudaría a maximizar los beneficios que las PWAs pueden ofrecer en el entorno educativo, asegurando que todos los estudiantes, incluidos aquellos con necesidades especiales, puedan aprovechar plenamente estas herramientas tecnológicas.

Los docentes han integrado las PWA en sus métodos de enseñanza, valorando positivamente su efectividad y reconociendo la importancia de la accesibilidad en estas plataformas. Sin embargo, se observan desafíos en la integración completa de estas tecnologías en la enseñanza. Esto indica la necesidad de proporcionar a los docentes recursos adicionales y capacitación específica sobre cómo incorporar exitosamente las PWA en sus estrategias pedagógicas. Tal enfoque no solo mejoraría la calidad de la enseñanza, sino que también fomentaría un entorno de aprendizaje más inclusivo y accesible para los estudiantes.

El estudio ha logrado su objetivo general de evaluar la implementación de la accesibilidad y usabilidad en PWAs en el contexto universitario de Manabí, Ecuador. A través de un enfoque mixto y la triangulación de datos de estudiantes y docentes, se ha obtenido una comprensión profunda de cómo estas tecnologías están siendo adoptadas y percibidas en las universidades. La investigación revela una valoración general positiva de las PWA, al tiempo que identifica áreas clave para mejorar, como la necesidad de una mayor conciencia y formación sobre accesibilidad. Estos hallazgos proporcionan una base para futuras estrategias dirigidas a optimizar la integración de las PWA en el ambiente universitario, garantizando que sean herramientas efectivas y accesibles para toda la comunidad educativa.

Referencias

Acosta-Vargas, P., Luján-Mora, S., & L. S.-U. (2016). Evaluación de la accesibilidad de las páginas web de las universidades Ecuatorianas. *XI Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE 2016*. doi:ISSN: 1390-4663



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

- Banoala, Y. M. (2023). Aplicaciones Web Progresivas (PWA) Como alternativa a las aplicaciones móviles nativas. Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, Ingeniería en Redes, CI IETUMAL QYINTANA R.00 MÉXICO. http://192.100.164.85/bitstream/handle/20.500.12249/3287/14-16848_L_20230714.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Castillo, E. M. (2023). Plataformas virtuales en la efectividad del aprendizaje significativo de estudiantes de una institución de educación superior. Chimbote 2022. Universidad César Vallejo , Posgrado. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/120048>
- Prieto, A.; Barbarroja, J.; Álvarez, S.; Corell, A. (2021). Eficacia del modelo de aula invertida en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias. (Marzo de 2021). Revista de Educación(391). <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/205211/PRIETO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escobar, S. V. (2022) Anàlisis de accesibilidad Web del Sistema Académico Integral de la Universidad Tècnica de ABabahoyo. Universidad Tècnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/12692/E-UTB-FAFI-SIST.INF-000084.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fortunato, D., & Bernardino, J. (2018). Progressive web apps: An alternative to the native mobile Apps. Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI., (págs. 1-6). doi:<https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399228>
- MANCHENO, C. B. (2020). Desarrollo de una aplicación Web Progresiva (PWA) E-Learning para el nivel de educación básica en Unidades Educativas con Gamificación y Chatbot. Universidad de Guayaquil, área Desarrollo de aplicaciones Web, Guayaquil <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8b3a9569-280c-4e20-aec2-0e382d80d26d/content>
- Mora, S. L. (2019). Universidad de Alicante. Obtenido de <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=ecuador>
- Mora, S. L. (s.f.). Universidad de Alicante. Obtenido de <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=ecuador>
- Peña, C. T. (2021). Evaluación de rendimiento de un Sistema Web desarrollada mediante la tecnología de aplicaciones Web Progresivas. Universidad Señor de SIPÁN , Escuela profesional de ingeniería de sistemas. Pimentel. Perú. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8387/Tello%20Pe%c3%b1a%20Cristhi%20an.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rachel, A., Lepage, A. J., & Firtman, M. (2023). <https://web.dev/learn/pwa/>.
- Rodríguez, R. A., Pablo Martín Vera, R. M., Beltrán, F. P., Trigueros, A., & Dogliotti, M. (2019). Aplicaciones web progresivas impulsadas por el avance de los estándares web. doi:ISBN: 978-987-3984-85-3
- Salas, R. I. (2023). Desarrollo de una aplicación web progresiva para la gestión de los cobros y suspensiones de la ISP NEOTEC de la Ciudad de Ambato mediante el uso de prácticas ágiles. Universidad tècnica





de Cotopaxi , Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información , Latacunga. Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10433/1/PI-002475.pdf>

Tóala, R. J. (2023). Aplicación Web para la gestión de los procesos y registros de prácticas preprofesionales de la carrera de tecnología de la información. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Carrera de tecnología de la información.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com