




Desarrollo de aplicaciones web con un enfoque inclusivo: una revisión sistemática de la literatura


Development of inclusive web applications: a systematic literature review

Autores

Gary Vera Lucas ¹ *

 <https://orcid.org/0009-0003-4759-8580>

José Vera Vera ¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9101-3426>

¹ Departamento de Posgrado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.

* Autor para correspondencia.
garyveralucas@gmail.com

Citacion sugerida: Vera, G. & Vera, J. (2025). Desarrollo de aplicaciones web con un enfoque inclusivo: una revisión sistemática de la literatura. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología. RIEMAT*, 10(2), 45-58. <https://doi.org/10.33936/riemat.v10i2.7691>

Recibido: 12/08/2025
Aceptado: 23/09/2025
Publicado: 03/10/2025

Resumen

La construcción de aplicaciones web con accesibilidad permite a los usuarios mejorar de forma significativa el uso de páginas web de forma intuitiva sin que sea algo difícil para su utilización. Esta investigación tuvo como objetivo identificar vacíos y limitaciones en estudios sobre accesibilidad web mediante una revisión sistemática de la literatura publicada entre 2019 y 2024. Se aplicaron criterios rigurosos de inclusión y exclusión, utilizando múltiples cadenas de búsqueda en bases de datos científicas indexadas. En una primera fase se identificaron 1,022 estudios, de estos 141 (13.79%) cumplieron con los criterios establecidos. Consecutivamente, se escogieron 40 artículos que correspondieron al 28.37% para realizar el estudio, de estos el 52.5% de los estudios estaban en idioma inglés y el 47.5% en idioma español. Con la revisión de literatura se pudo conocer que abordaron los siguientes temas: pautas de accesibilidad para contenido web (WCAG), normativas internacionales, herramientas de evaluación de accesibilidad, y pruebas con usuarios con algún tipo de discapacidad. Entre todos los estudios las pautas de accesibilidad (WCAG) destacó como tema principal con en el 80% de todos los documentos revisados. Respecto a las herramientas de evaluación de accesibilidad web, como web accessibility evaluation tool (WAVE) (32.56%), Test de Accesibilidad Web (TAW) (23.26%) y el comprobador de accesibilidad AChecker (18.60%) fueron las más utilizadas, otras herramientas representaron un (25.58%) del total analizado. Los vacíos de la literatura identificados en este estudio dan a conocer la poca participación de personas con discapacidad en las pruebas de accesibilidad web, además de la falta de formación técnica en accesibilidad de los programadores, y la poca responsabilidad de las empresas que diseñan y desarrollan aplicaciones web. Estos hallazgos resaltan la necesidad de tener guías integrales que combinen estándares técnicos, estrategias participativas, que permitan lograr una accesibilidad web efectiva e inclusiva.

Palabras clave: accesibilidad web, desarrollo inclusivo, wcga, buenas prácticas

Abstract

Building accessible web applications allows users to significantly improve their usability of web pages in an intuitive way without making them difficult to use. This research aimed to identify gaps and limitations in studies on web accessibility through a systematic literature review of publications from 2019 to 2024. Rigorous inclusion criteria were applied, using multiple search strings across indexed scientific databases. In the initial phase, 1,022 studies were identified, of which 141 (13.79%) met the established criteria. Consecutively, 40 articles were selected, corresponding to 28.37%, for the study. Of these, 52.5% were in English and 47.5% in Spanish. The literature review revealed that they addressed the following topics: web content accessibility guidelines (WCAG), International regulations, accessibility assessment tools, and testing with users with some type of disability. Among all the studies, accessibility guidelines (WCAG) stood out as the main topic, accounting for 80% of all the documents reviewed. Among accessibility evaluation tools, Web Accessibility Evaluation Tool (WAVE) (32.56%), Test of Accessibly web (TAW) (23.26%), and AChecker (18.60%) were the most used, with other tools accounting for (25.58%) of the total analyzed. The gaps identified in the literature reveal limited involvement of people with disabilities in web accessibility testing, insufficient technical training in accessibility among developers, and a lack of accountability from companies that design and develop web applications. These findings highlight the need for comprehensive guidelines that integrate technical standards and participatory strategies to achieve effective and inclusive web accessibility.

Keywords: web accessibility, inclusive development, wcag, best practices





1. Introducción

En la actualidad, el desarrollo de aplicaciones web es esencial para la integración de personas sin distinción alguna, sin embargo, a pesar del incremento de estas tecnologías, existen desafíos importantes relacionados a la accesibilidad y usabilidad web que afectan a personas con discapacidades físicas, sensoriales o cognitivas. Ante esta problemática, el diseño web inclusivo es muy importante porque promueve entornos digitales accesibles para todos los usuarios, independientemente de sus condiciones. Los desarrolladores web han intentado crear y diseñar sitios web que satisfagan las necesidades de los usuarios, pero en parte, se han olvidado de la población de discapacitados, esto implica un grado alto de discriminación (Carlos et al., n.d)

La Organización Mundial de la Salud (OMS), indica que, alrededor de 1.300 millones de personas, el 16% de la población mundial viven con una discapacidad, por lo que es muy importante eliminar barreras digitales para garantizar la equidad.(Nso-Mangue et al., 2024). Internet se ha convertido en el principal medio de información, por lo que, su accesibilidad es indispensable. No obstante, la falta de cumplimiento de los estándares de accesibilidad en numerosos sitios web sigue siendo limitando lo que conlleva a la exclusión digital (Casasola Balsells et al., 2019), en este sentido, (Salazar et al., 2023) manifiesta que, la implementación de técnicas de accesibilidad web: normativas, estrategias y mejores prácticas de Accesibilidad para el Contenido Web desarrolladas por el World Wide Web Consortium (W3C), se han convertido en un referente internacional para garantizar el acceso efectivo a los contenidos digitales tal cual como también lo afirma (Paniagua L. et al., 2020). Sin embargo, la literatura denota que estudios recientes revelan que muchos desarrolladores carecen de conocimiento sobre estas pautas o enfrentan dificultades para implementarlas, lo que deriva en plataformas web que no cumplen los requisitos mínimos de accesibilidad (Londoño-Rojas et al., 2021). La accesibilidad web, más allá de ser una cuestión técnica, constituye un derecho humano fundamental (Chamorro et al., 2021).

Es muy significativo realizar mejores prácticas y la utilización de herramientas y estándares que faciliten la creación de aplicaciones web inclusivas como: Normativas de accesibilidad web, Directrices de Accesibilidad para el contenido web (WCAG), Principios de accesibilidad web, Mejores prácticas, y Herramientas de evaluación, permiten mejorar la accesibilidad en las primeras fases del desarrollo.(Salazar et al., 2023)

También es importante indicar que, desde una perspectiva educativa, las aplicaciones web juegan un rol clave. Si bien ofrecen acceso a una amplia gama de información y operaciones, también enfrentan desafíos derivados de las condiciones individuales de los estudiantes (Macías Guamangate et al., 2021). Las Tecnologías de la Información y comunicación (TIC), aplicadas adecuadamente, promueven buenas prácticas educativas, fomentan el aprendizaje colaborativo e individual y permiten la adaptación de tareas a la diversidad del alumnado entre estos alumnos con discapacidad (Carlos et al., n.d.) . No obstante, estos beneficios solo son alcanzables si se garantiza la formación docente y la disponibilidad de condiciones tecnológicas adecuadas (Salazar et al., 2023). Todos estos aspectos juegan un rol fundamental en el pilar para el desarrollo sostenible y la transformación pedagógica (Bautista-Villegas, 2022). En este sentido, la tecnología digital debe convertirse en una aliada clave para asegurar una educación equitativa y sin exclusiones (Cabero Almenara & Córdoba Pérez, 2009)

Estos antecedentes conllevan al análisis de que la verdadera accesibilidad requiere integrar pruebas con usuarios diversos desde la primera etapa del desarrollo y diseño web. El desarrollo web con un enfoque inclusivo busca garantizar que personas con discapacidades, adultos mayores, población con poco conocimiento tecnológicos, otros grupos vulnerables y público en general puedan acceder y utilizar estas herramientas digitales en igualdad de condiciones., Aplicar estos enfoques sigue siendo un gran desafío para la inclusión digital, debido a la falta de estandarización y la escasa capacitación a desarrolladores. Según (González Perea, 2023), los profesionales vinculados a las TIC carecen de competencias necesarias para abordar proyectos de accesibilidad, lo que contribuye a la exclusión de personas con discapacidades

El presente estudio da a conocer que hay una carencia una de estudios que evalúen la efectividad de diferentes estrategias de desarrollo inclusivo, la falta de estudios que aborden las necesidades específicas de diferentes grupos de usuarios con discapacidad, y la falta de estudios que investiguen las implicaciones sociales y económicas de la inclusión en las aplicaciones web. Por ello esta investigación enfatiza sobre la usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de aplicaciones web contemplando la literatura existente, por tanto, el objetivo de este estudio es identificar vacíos y lagunas en las investigaciones existentes que obstaculizan el avance hacia una web verdaderamente inclusiva.

Este artículo tiene por objeto realizar una revisión sistemática de la literatura científica publicada en los últimos años, con el propósito de analizar los avances, desafíos y tendencias emergentes en el desarrollo de aplicaciones web inclusivas. El procedimiento metódico se sustentó en la búsqueda, análisis y selección de forma exhaustiva de los estudios más notables que se encontraban en las bases de datos académicas, empleando criterios de inclusión y exclusión. Por medio esta revisión, se propone contribuir al desarrollo de aplicaciones web que contribuyan a entornos digitales accesibles para todas las personas. Según (Ghera & Starbuck, 2022) que, aunque la accesibilidad web es un tema ampliamente investigado, existe una falta de estudios que evalúen empíricamente el impacto de las aplicaciones inclusivas en usuarios con discapacidades específicas. Esto sugiere la necesidad de investigaciones más centradas en la experiencia del usuario y en la efectividad de las soluciones implementadas.

2. Materiales y Métodos

Para el desarrollo de esta investigación, se aplicó una metodología propia de revisión sistemática de la literatura, basado el marco metodológico propuesto por (Kitchenham & Charters, 2007), la cual permitió identificar lagunas dentro de los escritos por otros autores de investigación relacionadas a el campo que se investiga (García-Peñalvo, 2022). Se aplicaron las fases establecidas por la metodología, la cual permite garantizar la objetividad y la validez de los resultados obtenidos: planificación, realización e informe.

En los artículos de revisión, se reemplaza esta sesión por el desarrollo del escrito y puede contar con títulos y apartados convenientemente organizados por el autor de acuerdo con su propio esquema propuesto.

2.1 Planificación

Para llevar a cabo la revisión bibliográfica sobre el Desarrollo de aplicaciones web con un enfoque inclusivo se plantearon las siguientes tres preguntas de investigación:

Q1: ¿Qué criterios inclusivos se deben consideran en el desarrollo de aplicaciones web?

Q2: ¿Qué factores inclusivos se consideran en un desarrollo de aplicaciones web?

Q3: ¿Qué sistemas inteligentes permiten la evaluación de una aplicación web inclusiva?

Para dar respuestas a las preguntas de investigación, se revisaron las siguientes fuentes de datos: SpringerLink, ACM Digital Library, ScienceDirect, IEEE Xplore y SciELO en el período comprendido del 2019 al 2024, aplicando los criterios de búsqueda, teniendo en cuenta el title, abstract and keywords para todas las bases de datos, además se tomó en cuenta solo artículos de revisión sistemática de la literatura.

A continuación, se detallan las cadenas de búsqueda utilizadas para cada base de datos:

IEEE Xplore: (“Inclusive web development” AND “accessibility standards”) OR (“Aplicaciones web inclusivas” OR “WCAG guidelines”) OR (“inclusive design” OR “inclusive web applications” OR “web accessibility”) AND (“WCAG” OR “Web Content Accessibility Guidelines”) AND (“accessibility evaluation” OR “accessibility metrics” OR “accessibility tools”) AND (“web development” OR “web frameworks” OR “web technologies”))

ACM Digital Library: (“Inclusive web development” AND “accessibility standards”) OR (“Aplicaciones web inclusivas” OR “WCAG guidelines”) OR (“inclusive design” OR “inclusive web applications” OR “web accessibility”) AND (“WCAG” OR “Web Content Accessibility Guidelines”) AND (“accessibility evaluation” OR “accessibility metrics” OR “accessibility tools”) AND (“web development” OR “web



frameworks” OR “web technologies”))

SpringerLink: (“Inclusive web development” AND “accessibility standards”) OR (“Aplicaciones web inclusivas” OR “WCAG guidelines”) OR (“inclusive design” OR “inclusive web applications” OR “web accessibility”) AND (“WCAG” OR “Web Content Accessibility Guidelines”) AND (“accessibility evaluation” OR “accessibility metrics” OR “accessibility tools”) AND (“web development” OR “web frameworks” OR “web technologies”))

ScienceDirect: “Inclusive web development” AND “accessibility standards” “Aplicaciones web inclusivas” OR “WCAG guidelines”

SciELO: “Inclusive web development” OR “Aplicaciones web inclusivas” “WCAG” OR “Web Content Accessibility Guidelines”

Scopus: (“Inclusive web development” AND “accessibility standards”) OR (“Aplicaciones web inclusivas” OR “WCAG guidelines”) technologies”)

Web of Science WOS: “Inclusive web development” AND “accessibility standards”

Los resultados de las búsquedas en diversas fuentes de información se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. Lo que permitió acceder a fuentes confiables y ampliamente reconocidas por su relevancia en el campo de la accesibilidad web. Cada artículo fue examinado de forma individual para determinar su relevancia y la solidez de su evidencia, asegurando así un análisis riguroso y fundamentado. A continuación, se detallan los criterios.

Criterios de Inclusión

CI1. Artículos sobre inclusión y accesibilidad web

CI2. Artículos con relación a factores y accesibilidad de contenido web (WCAG)

CI3. Artículos sobre sistemas inteligentes de evaluación y accesibilidad web

CI4. Estudios publicados entre 2019 y 2024

CI5. Estudios en inglés y español

Criterios de Exclusión

CE1. Artículos que no tengan relación con inclusión y accesibilidad web

CE2. Artículos que no tengan relación sobre los factores de accesibilidad de contenido web

CE3. Artículos que no tengan relación con sistemas inteligentes de evaluación y accesibilidad web

CE4. Estudios publicados fuera del período establecido

CE5. Estudios en otros idiomas

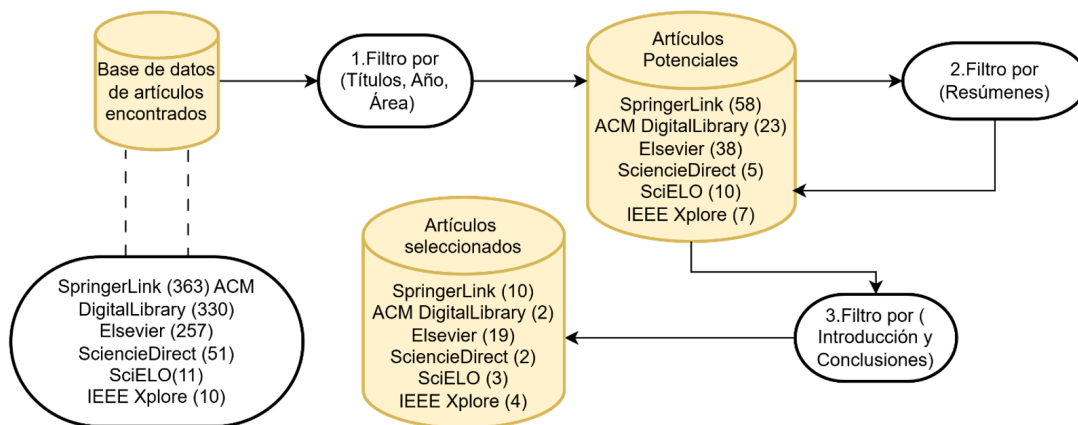
2.2 Realización

Los resultados de búsqueda obtenidos, de acuerdo con la estrategia propuesta, fueron sometidos a un proceso de selección, según los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Fue necesario hacer una revisión preliminar de su contenido para determinar su relevancia para el estudio y determinar si estos trabajos aplican para el mapeo sistemático de Desarrollo de Aplicaciones web con un enfoque inclusivo. El proceso

implementado y los resultados obtenidos en cada una de las etapas como se muestran en la Figura 1 donde se describe cada uno de los filtros. Posteriormente, se procedió al análisis de los artículos para dar respuesta a las preguntas de investigación.

Figura 1

Proceso de búsqueda de información en base de datos



3. Resultados y Discusión

3.1 Informe

Mediante búsquedas en diversas bases de datos, se identificaron inicialmente 1022 artículos. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, así como la revisión de títulos y resúmenes, se preseleccionaron 141 artículos, de estos, 40 cumplieron todos los requisitos de inclusión. La distribución se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Resultados de búsquedas en las bases de datos

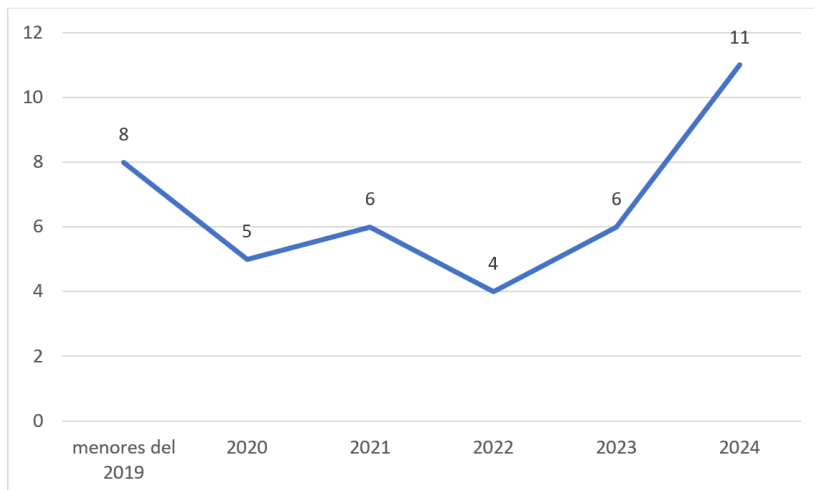
Base de datos	Resultados	Potenciales	Seleccionados
SpringerLink	363	58	10
ACM Digital Library	330	23	2
Elsevier	257	38	19
ScienceDirect	51	5	2
SciELO	11	10	3
IEEE Xplore	10	7	4
Total	1022	141	40

Del total de estudios identificados inicialmente, 141 (13.79%) cumplieron los criterios de inclusión tras la revisión sistemática, de este grupo, únicamente 40 estudios (28.37%) se incorporaron al análisis final. La distribución por idioma mostró un predominio de publicaciones en inglés con el 52.50% (n=21) frente al español con el 47.50% (n=19). Al analizar los datos de los estudios, se observó que, el año con mayor productividad fue 2024 con un 28%, seguido de 2021, 2023 con un 15%, el 2020 con el 12% y 2022 con un 10% años menores del 2019 con un 20% tal como se muestra en la Figura 2.



Figura 2

Cantidad de publicaciones por año



Con los datos obtenidos, se pudo identificar que la base de datos que más aporta a esta revisión es Elsevier con un 48%, seguido por SpringerLink con el 25%, seguida de IEEE Xplore con el 10%, SciELO, el 7%, ACM Digital Library y ScienceDirect con el 5%, tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2

Aporte de las bases de datos a la investigación

Base de datos	Seleccionados	Porcentaje
Elsevier	19	48%
SpringerLink	10	25%
IEEE Xplore	4	10%
SciELO	3	7%
ACM Digital Library	2	5%
ScienceDirect	2	5%
Total	40	100%

La mayoría de los estudios seleccionados responden a las preguntas de investigación (Q1), (Q2) y (Q3). Para realizar esta investigación se extrajeron datos de los estudios referentes al desarrollo de aplicaciones web con un enfoque inclusivo. A continuación, se describen los resultados de los análisis de la literatura seleccionada para dar respuesta a dos preguntas de investigación planteadas.

3.2 Q1: ¿Qué criterios inclusivos se deben considerar en el desarrollo de aplicaciones web?

Para responder a la primera pregunta de investigación (Q1): se analizaron los 40 estudios seleccionados, de los cuales se extrajeron los datos relevantes y se identificaron principios inclusivos para el desarrollo de aplicaciones web. Estos son fundamentales para garantizar una web accesible: El primero es Perceptible, esto significa que la información y los elementos de la interfaz deben ser percibido por cualquier persona. El segundo es Operable, se refiere a que los componentes deben ser manejables por todas las personas independiente de sus capacidades. El tercero es Comprensible, esto implica que el contenido sea fácil de

interactuar y el cuarto, Robusto implica que el contenido debe ser diseñado de forma que funcione en diferentes tecnologías, como lectores de pantalla. Cada principio está formado por un número variable de pautas que contienen una serie de puntos de verificación a los que se les asigna un nivel de conformidad que un desarrollador web debe cumplir para lograr que el contenido web sea más accesible para cualquier usuario. (Carvajal, 2020).

Para garantizar estos criterios, se han desarrollado estándares y normativas internacionales como:

3.2.1 Estándares

El análisis identificó que el World Wide Web Consortium (W3C) ha desarrollado las Web Content Accessibility Guidelines (WCAG). Además, se encontraron otros estándares y normativas importantes, como el BITV (Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung) que es un estándar alemán basado en WCAG 2.0; el estándar chino YD/T 1761–2012 establece los requisitos técnicos para la accesibilidad web en el contexto de China (Ara et al., 2024). Asimismo, las Normas para el desarrollo de sitios Web del Régimen de la India (GIGW) recomienda que las aplicaciones web sigan las pautas de WCAG para asegurar que las páginas web puedan ser utilizadas por la mayor audiencia (Singh et al., 2024). A continuación, se presentan los resultados en la Tabla 3.

Tabla 3

Estándares más utilizados

Estándar	Frecuencia de estudios	Porcentaje
WCAG	36	90%
BITV	1	2.5%
GIGW	1	2.5%
WAI-ARIA	1	2.5%
YD/T 1761–2012	1	2.5%
Total	40	100%

3.2.2 Normativas

En el ámbito internacional, la norma ISO 9241 aborda la usabilidad desde un enfoque inclusivo, considerando a individuos con una amplia variedad de capacidades, incluyendo a aquellas personas con discapacidades (Akram & Bt Sulaiman, 2020). En Estados Unidos, la ley estadounidense con Discapacidades de 1990 (ADA) fue creada y posteriormente enmendada para garantizar la igualdad de oportunidades para personas con discapacidades (Bielefeld et al., 2023). Además, la Sección 508 de la Ley de Rehabilitación de 1973, enmendada en 1998, exige que los sitios web de las agencias que reciben fondos federales sean accesibles para personas con discapacidades. Esta normativa afecta a casi todas las escuelas y universidades del país (Baule, 2020). En Europa, la Norma EN 301 549 establece los requisitos de accesibilidad para la adquisición de productos y servicios de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el ámbito de la contratación pública, asegurando que estos sean accesibles para todos los usuarios (Kous et al., 2021). A continuación, se presentan los resultados en la Tabla 4.

Tabla 4

Normativas más citadas

Estándar	Frecuencia de estudios	Porcentaje
Sección 508	5	12.5%
ADA	2	5%
EN 301 549	2	5%
ISO 9241	2	5%
Artículos que no mencionan normativas	29	72.5%
Total	40	100%

3.2.3 Evolución de Estándares y Normativas

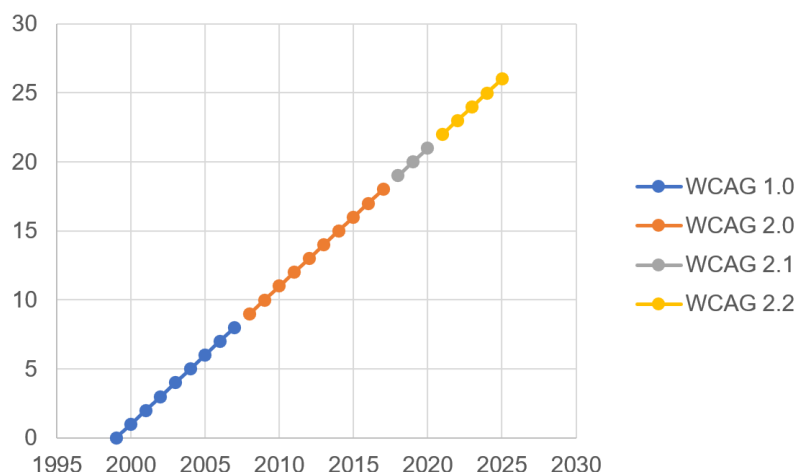
El avance de los estándares de accesibilidad web es muy importante para la inclusión digital. Las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG), propuesta por el World Wide Web Consortium (W3C), La primera versión, WCAG 1.0, fue publicada en 1999 e inicio las bases para la accesibilidad web, aunque esta tenía limitaciones en su aplicabilidad y alcance. En 2008 se publicó WCAG 2.0, que se relacionaba con cuatro principios: Perceptible, Operable, Comprensible y Robusto, estas están organizadas en 12 directrices y 61 criterios de éxito, lo que permite una mayor flexibilidad y adaptabilidad a las tecnologías (Ismail & Kuppusamy, 2022).

Posteriormente, en 2018, se publicó WCAG 2.1, se amplió las pautas existentes con 17 criterios de éxito adicionales, enfocados en mejorar la accesibilidad para usuarios con discapacidades como baja visión, dificultades cognitivas y de aprendizaje. Esta actualización refleja el compromiso continuo de la W3C para adaptarse a las necesidades cambiantes de los usuarios y a las nuevas tecnologías (Akram et al., 2023). En 2021, el W3C amplió aún más estas guías y lanzó la WCAG 2.2, una versión actualizada que incluye tres nuevos criterios de éxito bajo el principio Operable, específicamente en la directriz 2.4 (Ara et al., 2024). Estos nuevos criterios buscan mejorar la experiencia de usuarios con discapacidades motoras y cognitivas, asegurando una navegación más intuitiva y accesible. Además, la evolución de las WCAG ha influido en otros estándares internacionales, como el BITV en Alemania y la Norma EN 301 549 en Europa, que se han alineado con las WCAG para garantizar una mayor coherencia y efectividad en la implementación de la accesibilidad web, Asimismo la Sección 508 de Estados Unidos y las Directrices para los Sitios Web del Gobierno de la India GIGW utilizan las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web.

La evolución de las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) es un reflejo de la evolución de la tecnología, es por esto la importancia de la accesibilidad digital (Martins & Duarte, 2023). Es importante señalar que, a lo largo de más de 20 años, desde el lanzamiento de WCAG 1.0 en 1999 hasta la más reciente WCAG 2.2 en 2021, se observa una tendencia de nuevas versiones como se muestra en la Figura 5, lo que demuestra una respuesta más ágil a las necesidades cambiantes de los usuarios y las tecnologías. A continuación, se presentan los resultados en la Figura 3.

Figura 3

Evolución de las WCAG



3.3 Q2: ¿Qué factores inclusivos se consideran en un desarrollo de aplicaciones web?

Para responder a la segunda pregunta de investigación Q2: se analizaron 40 estudios seleccionados. El desarrollo de aplicaciones web inclusivas no solo depende de los criterios, sino también de factores como: participación de los usuarios, herramientas de evaluación y técnicas de evaluación de accesibilidad web, los resultados arrojaron los siguientes datos.

3.3.1 Participación de los usuarios

La colaboración de usuarios con discapacidades en el proceso de prueba de accesibilidad web es muy importante para la mejorará de la accesibilidad (Akram & Bt Sulaiman, 2020). Esto significa la necesidad de una mayor adopción y cumplimiento de los estándares, además de una valoración más rigurosa que combine herramientas automáticas con análisis empíricos que involucren a usuarios con discapacidades y expertos en accesibilidad (Akram et al., 2023).

La actualización de los estándares de accesibilidad, ha permitido tener avances importantes en la inclusión digital. Sin embargo, aún existen retos para su correcta aplicación tales como; involucrar a usuarios con discapacidades para que sean parte de proceso de pruebas de accesibilidad web, esto permitirá garantizar de forma más efectiva la utilización de estos estándares internacionales.

3.3.2 Herramientas de evaluación

Una de las herramientas más efectivas es WAVE, esta herramienta permite validar sitios web según los niveles de accesibilidad WCAG 2.0 A y AA, y ofrece un análisis visual de los problemas detectados, así como detalles sobre cada error en el código fuente (Csontos & Heckl, 2021). Por otra parte, (Hamid et al., 2020) destacan el uso de herramientas automatizadas como TAW y AChecker, las cuales permiten detectar y corregir problemas de accesibilidad de manera eficiente. Asimismo, aXe, es una herramienta de pruebas de accesibilidad que se ejecuta como una extensión en navegadores como Chrome y Firefox. Proporciona un análisis detallado de los problemas de accesibilidad, incluyendo la severidad de los mismos y las pautas que se están violando, lo que facilita a los especialistas en accesibilidad abordar estos problemas de manera efectiva. (Ismail & Kuppusamy, 2022), de igual forma Lighthouse destaca por su capacidad para realizar auditorías en diversas áreas, incluyendo accesibilidad, su facilidad de uso la hace accesible tanto por usuarios técnicos como no técnicos.

Es importante destacar la utilización de herramientas y directrices como la WCAG 2.0 que permita realizar pruebas con el usuario final, según (Manca et al., 2023), con esta afirmación la herramienta Mauve++ tiene la capacidad de realizar este tipo de diagnósticos. Cabe destacar que esta herramienta también soporta los criterios de conformidad WCAG 2.1 (Nso-Mangu et al., 2024).

La herramienta WAVE, es la más utilizada, con un (35%) de uso, en segundo lugar, se encuentra TAW, con un (25%), seguida de AChecker, que registra un 20%, lo que evidencia una brecha aún mayor, por su parte, herramientas como aXe (7.50%), Lighthouse y MAUVE++ (5%) presentan diferencias notables en su utilización, y finalmente, las herramientas menos utilizadas, como Web Developer Toolbar, QualWeb y otras, apenas alcanzan un 2.50% de uso. Estos resultados confirman que WAVE es la herramienta más utilizada en el campo de la evaluación de accesibilidad web. A continuación, se presentan los resultados en la Tabla 5.

Tabla 5

Herramientas más utilizadas en el desarrollo web inclusivo

Herramienta	Frecuencia de estudios	Porcentaje
WAVE	14	35%
TAW	10	25%
AChecker	8	20%
aXe	3	7,50%
Lighthouse	2	5%
MAUVE++	2	5%
Web Developer Toolbar	1	2,50%
Total	40	100%



3.3. Q3: ¿Qué sistemas web permiten la inclusión dentro de un desarrollo de un aplicativo web?

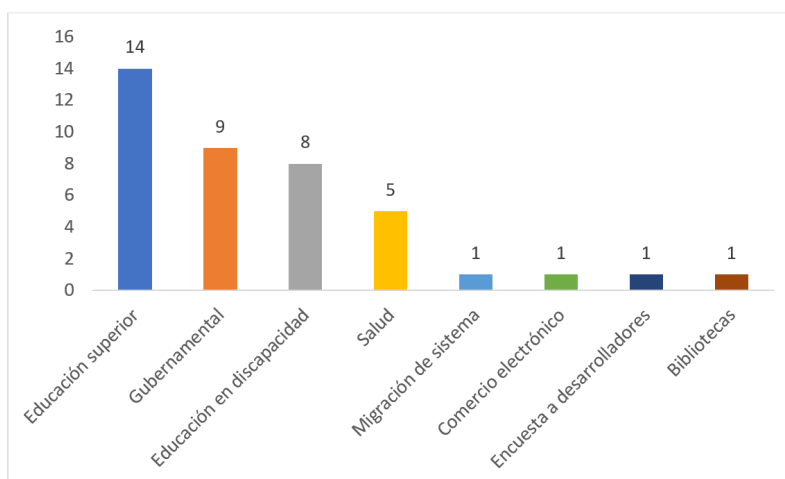
Para el desarrollo de aplicaciones web inclusivas, existen diversas plataformas que facilitan la accesibilidad: 1) gestores de contenido (CMS), como por ejemplo WordPress: que ofrece plugins que mejora la accesibilidad. 2) Frameworks de Frontend como React y Angular. 3) Lectores de pantalla que ofrecen el fácil acceso a personas con discapacidad visual.

La utilización de estas herramientas permite el desarrollo de aplicaciones web accesibles desde la fase inicial del desarrollo, lo que garantiza la inclusión mayoritaria de personas. (Domecq Babie & Niño Benitez, 2021).

La revisión de literatura muestra la importancia que le dan las diferentes instancias a la Accesibilidad web, para contar con un análisis más detallado estas se agruparon de la siguiente manera; la educación superior representa con el 35%, los gobiernos representa el 22.5% y la educación en discapacidad con el 20%, estas tres categorías represan el 77.5%, estos resultados muestran la importancia del desarrollo web inclusivo y la importancia de utilizar normativas de accesibilidad web en estas entidades, además este análisis da a conocer que la educación en universidades lidera la utilización de estándares como las WCAG en sus programas académicos en cuanto a la accesibilidad web, mientras que las instituciones gubernamentales están promoviendo políticas que garantizan la inclusión digital, así mismo también la educación en discapacidad, es importante también destacar que las entidades sanitarias dan mucha importancia al acceso universal a los entornos digitales, esto representa el 12.5%, las bibliotecas, encuestas a desarrolladores y comercio electrónico representa el 10%, esto da a conocer la importancia del desarrollo de aplicaciones web con un enfoque inclusivo, estos hallazgos resaltan la importancia de esta temática, estos resultados se muestran en la Figura 4.

Figura 4

Estudios segmentados por categorías

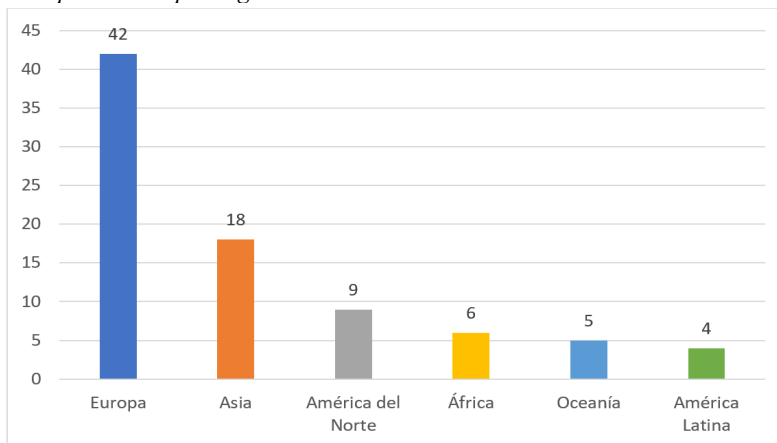


El análisis de los estudios los 40 estudios en diferentes continentes revelan una clara disparidad en la publicación de Artículos relacionados con el Desarrollo de aplicaciones web con un enfoque inclusivo, siendo Europa la región con mayor publicación relacionado a la accesibilidad web estos datos indican que en 42 países y América Latina la que presenta los números más bajos solo en 4 países, tal como se muestra en la Figura 5. Estas diferencias reflejan no solo las desigualdades en el desarrollo político y económico, sino también la necesidad de un enfoque inclusivo que garantice la accesibilidad web y la equidad en la

implementación de normas y principios a nivel global. En este contexto, el desarrollo de aplicaciones web con un enfoque inclusivo se presenta como una herramienta clave para superar estas brechas.

Figura 5

Número de estudios publicados por regiones



Discusión

Este estudio da a conocer que herramientas como WAVE, TAW y aXe son muy utilizadas para verificar la accesibilidad web, permitiendo identificar errores técnicos y sugerir mejoras. Sin embargo, diferentes autores coinciden en que, no se puede confiar en los resultados de estas herramientas porque pueden detectar errores que no existen, ya que no se considera la experiencia del usuario final, por lo tanto, su utilidad debe entenderse como complementaria. La implementación correcta exige la participación con el usuario, esto permite conocer la importancia de la capacidad humana en estos tipos de análisis. Este enfoque reafirma que se debe cumplir estrictamente con las normas como las WCAG, la Sección 508 de Estados Unidos, la EN 301 549 de la Unión Europea y el BITV de Alemania, que, si bien es cierto, aportan a la tendencia mundial, pueden invisibilizar temas culturales, lingüísticas y socioeconómicas que afectan la accesibilidad web en regiones como América Latina y Países Árabes, donde el uso de estas herramientas automáticas ha demostrado limitaciones significativas. Esto recalca la importancia de pruebas con usuarios reales y adaptaciones locales para una accesibilidad web efectiva.

Así mismo, uno de los vacíos identificados en esta revisión es la poca capacitación a los desarrolladores y diseñadores en accesibilidad web, esto influye en la baja adopción de buenas prácticas incluso cuando existen normativas como WCAG. (Abarca et al., 2023) destacan que las TIC inclusivas dependen del conocimiento técnico como la ética de quienes las implementan, esto refuerza la necesidad de incorporar formación especializada en accesibilidad en entornos académicos y profesionales. Además, (Ghera & Starbuck, 2022) señalan sobre la falta de estudios empíricos que evalúen el impacto real de las aplicaciones inclusivas en usuarios con discapacidades específicas, lo que limita la retroalimentación necesaria para la mejora continua. En este sentido, la inteligencia artificial es un gran aporte para fortalecer la accesibilidad, ya que permiten una detección más precisa de barreras y la personalización de soluciones según las necesidades de distintos usuarios. Sin embargo, la implementación es muy escasa y requiere políticas públicas que garanticen la equidad digital, además son importantes los análisis basados en la experiencia del usuario. Esto deja claro que no solo con el enfoque técnico es suficiente para garantizar la accesibilidad web, sino también con políticas públicas comprometidas con la equidad digital.

4. Conclusiones

El estudio realizado permitió identificar que existe un vacío en la literatura científica en conocer la manera en que los usuarios con discapacidad deben tomarse en cuenta en las etapas de prueba del desarrollo web y asimismo el nivel preponderante que deben tener en cuenta las empresas dedicadas a la industria del



desarrollo web. Sin embargo, reconoce la función como aplican las normativas, estándares y herramientas que optan por garantizar la accesibilidad en el desarrollo de aplicaciones web. Las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG), desarrolladas por el World Wide Web Consortium (W3C), son el estándar más importante y ampliamente utilizado a nivel global y WAVE como la herramienta más utilizada en detecciones de errores de accesibilidad web.

Se resalta la importancia de combinar el uso de herramientas automatizadas con la participación directa de usuarios con discapacidades en el proceso de prueba, ya que esto permite identificar problemas que las herramientas no pueden detectar por sí solas. Por lo tanto, es fundamental continuar promoviendo la concienciación y capacitación de desarrolladores y diseñadores en las mejores prácticas de accesibilidad web que permitan que estudiantes con varias dificultades individuales puedan acceder y comprender lo que se pretende con ayuda de la tecnología.

La accesibilidad web para que sea más efectiva debe estar complementada con los estándares internacionales, sin embargo, estas normativas resultan insuficientes en América Latina y en países árabes.

La inteligencia artificial juega un rol fundamental en la accesibilidad digital, ya que por medio de estos modelos se puede crear soluciones accesibles y detección avanzada de barreras de accesibilidad web, estas implantaciones debe estar supervisada por profesionales que mantenga la ética y adopción de políticas públicas que aseguren la equidad digital.

5. Referencias

- Abarca, C., Choque, Q., Elena, M., Cesar Vallejo, U., María Elena Quispe Choque, P., & Marcelina Quispe Choque, P. (2023). Importancia del uso de las herramientas digitales en la inclusión educativa. *Revista Horizontes*, 7(29). <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i29.598>
- Akram, M., Ali, G. A., Sulaiman, A., & ul Hassan, M. (2023). Accessibility evaluation of Arabic University websites for compliance with success criteria of WCAG 1.0 and WCAG 2.0. *Universal Access in the Information Society*, 22(4), 1199–1214. <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00921-8>
- Akram, M., & Bt Sulaiman, R. (2020). An Empirical Study to Evaluate the Accessibility of Arabic Websites by Low Vision Users. *Proceedings of the 2020 8th International Conference on Information Technology and Multimedia (ICIMU 2020)*, 206–211. <https://doi.org/10.1109/ICIMU49871.2020.9243565>
- Ara, J., Sik-Lanyi, C., & Kelemen, A. (2024). Accessibility engineering in web evaluation process: a systematic literature review. *Universal Access in the Information Society*, 23(2), 653–686. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00967-2>
- Baule, S. M. (2020). Evaluating the Accessibility of Special Education Cooperative Websites for Individuals with Disabilities. *TechTrends*, 64(1), 50–56. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00421-2>
- Bautista-Villegas, E. (2022). Metodologías ágiles XP y Scrum, empleadas para el desarrollo de páginas web, bajo MVC, con lenguaje PHP y framework Laravel. *Revista Amazonía Digital*, 1(1), e168. <https://doi.org/10.55873/rad.v1i1.168>
- Bielefield, A., Liu, Y. Q., & Waimon, V. (2023). Private post-secondary library websites and the ADA: compliancy and COVID-19. *Universal Access in the Information Society*, 22(1), 251–266. <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00831-1>
- Cabero Almenara, J., & Córdoba Pérez, M. (2009). Inclusión educativa: inclusión digital. *Revista de Educación Inclusiva*, 2(1). <https://doi.org/https://revistaeducacioninclusiva.es/index.php/REI/article/view/27>

- Carlos, J., Guzmán, N., Llanos Álvarez, J. J., Hoyos, S., & Sanjuan, M. (s. f.). Accesibilidad y usabilidad web para la inclusión de personas con discapacidad. *Revista I+D En TIC*, 8(1), 2216–1570. <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/index>
- Carvajal, C. M. (2020). Web accessibility evaluation of Chilean universities. *Formacion Universitaria*, 13(5), 69–76. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000500069>
- Casasola Balsells, L. A., Guerra González, J. C., Casasola Balsells, M. A., & Pérez Chamorro, V. A. (2019). Accesibilidad web de cita previa por Internet en atención primaria. *Gaceta Sanitaria*, 33(1), 85–88. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.10.008>
- Chamorro, M. F., Duarte Caballero, A., Calderón Giménez, N. M., Duarte Masi, S., & Jiménez Chávez, V. E. (2021). Accesibilidad de información en la web de instituciones oficiales de Paraguay. *Palabra Clave (La Plata)*, 10(2), e129. <https://doi.org/10.24215/18539912e129>
- Csontos, B., & Heckl, I. (2021). Accessibility, usability, and security evaluation of Hungarian government websites. *Universal Access in the Information Society*, 20(1), 139–156. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00716-9>
- Domecq Babie, D., & Niño Benitez, Y. (2021). Pruebas y herramientas para comprobar la accesibilidad de sistemas y páginas web. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5545985>
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Developing robust state-of-the-art reports: Systematic Literature Reviews. In *Education in the Knowledge Society*, 23, E28600.. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>
- Ghera, C., & Starbuck, J. (2022). Trends and gaps in website accessibility research: A structured literature review. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23655.52648>
- González Perea, L. (2023). Barreras de accesibilidad en los contenidos generados para la Web: Propuestas orientadas a su eliminación. *Aula de Encuentro*, 25(2), 167–190. https://doi.org/10.48225/ACS_32_10
- Hamid, S., Bawany, N. Z., & Zahoor, K. (2020). Assessing e-commerce websites: Usability and accessibility study. *Proceedings of the 2020 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS 2020)*, 199–204. <https://doi.org/10.1109/ICACSIS51025.2020.9263162>
- Ismail, A., & Kuppusamy, K. S. (2022). Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(3), 901–911. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2019.03.011>
- Kitchenham, B., & Charters, S. M. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. Keele University. <https://www.researchgate.net/publication/302924724>
- Kous, K., Kuhar, S., Pavlinek, M., Heričko, M., & Pušnik, M. (2021). Web accessibility investigation of Slovenian municipalities' websites before and after the adoption of European Standard EN 301 549. *Universal Access in the Information Society*, 20(3), 595–615. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00732-9>
- Londoño-Rojas, L.-F., Tabares-Morales, V., Bez, M.-R., & Duque-Méndez, N.-D. (2021). Guías prácticas y herramienta para apoyar el desarrollo de sitios web accesibles. *Revista Científica*, 41(2), 225–241. <https://doi.org/10.14483/23448350.16633>
- Macías Guamangate, Y. K., Miranda Caisaluisa, J. L., & Tapia Cerda, V. del C. (2021). Medición de usabilidad y portabilidad de una Aplicación Web desarrollada con tecnología PWA. *ConcienciaDigital*, 4(4), 6–27. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i4.1882>
- Manca, M., Palumbo, V., Paternò, F., & Santoro, C. (2023). The Transparency of Automatic Web Accessibility Evaluation Tools: Design Criteria, State of the Art, and User Perception. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 16(1). <https://doi.org/10.1145/3556979>
- Martins, B., & Duarte, C. (2023). A large-scale web accessibility analysis considering technology adoption. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-01010-0>



- Nso-Mangue, P., Cachero-Castro, C., Meliá, S., & Luján-Mora, S. (2024). Impact of COVID-19 in the web accessibility of higher education institutions: a pending challenge. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-024-01149-4>
- Paniagua L., A., Bedoya R., D., & Mera, C. (2020). Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles. *TecnoLógicas*, 23(48), 99–117. <https://doi.org/10.22430/22565337.1553>
- Salazar, H., Torres, B., & Ramírez, S. (2023). Implementación de técnicas de accesibilidad web. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9714317>
- Singh, U., Venkatesh, J. D., Muraleedharan, A., Saluja, K. S., Anamika, J. H., & Biswas, P. (2024). Accessibility Analysis of Educational Websites Using WCAG 2.0. *Digital Government: Research and Practice*, 5(3). <https://doi.org/10.1145/3696318>