



ISSN: 3151-8265

DOI:



Periodicidad trimestral Enero-Marzo, Volumen 1, Numero 1, Años (2022), Pág. 1-15

Fecha de recepción: 2021-11-05

Fecha de aceptación: 2021-12-05

Fecha de publicación: 2022-01-05

Accesibilidad web avanzada y navegación mediante tecnologías asistivas en aplicaciones complejas

Daniel Richard Alvarado Franco

danielalvaradofranco97@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2866-6790>

Universidad Politécnica Nacional

Ecuador

Resumen

La accesibilidad web avanzada en aplicaciones complejas enfrenta limitaciones estructurales asociadas a brechas de conectividad, deficiencias en el diseño de interfaces y escasa integración de tecnologías asistivas, lo que restringe la inclusión digital. El objetivo del estudio fue analizar la relación entre accesibilidad web, conectividad y navegación asistida en entornos digitales complejos. Se aplicó un enfoque cuantitativo, descriptivo correlacional, con diseño no experimental y corte transversal, utilizando datos de organismos internacionales y fuentes estatales, procesados mediante regresión múltiple y modelos de ecuaciones estructurales. Los resultados evidenciaron que Ecuador presenta un rezago frente a países latinoamericanos en el índice de desarrollo digital, con una brecha de 12.7 puntos en el índice global y de 18.3 puntos en conectividad universal, identificándose este último como el principal factor limitante. Además, se determinó que la accesibilidad depende simultáneamente de la infraestructura tecnológica y del diseño funcional de las plataformas, confirmando que ambos factores explican de manera conjunta la variación del desarrollo digital. En consecuencia, la accesibilidad web avanzada requiere un enfoque integral orientado a reducir brechas estructurales y garantizar la interacción efectiva en entornos digitales complejos.

Palabras clave: accesibilidad web avanzada, tecnologías asistivas, inclusión digital, conectividad, aplicaciones complejas

Advanced web accessibility and navigation through assistive technologies in complex applications

Abstract

Advanced web accessibility in complex applications faces structural limitations associated with connectivity gaps, interface design deficiencies, and limited integration of assistive technologies, restricting digital inclusion. The objective of this study was to analyze the relationship between web accessibility, connectivity, and assistive navigation in complex digital environments. A quantitative, descriptive correlational approach was applied, with a non experimental cross sectional design, using data from international organizations and governmental sources, processed through multiple regression and structural equation modeling. The results showed that Ecuador lags behind other Latin American countries in digital development, with a gap of 12.7 points in the global index and 18.3 points in universal connectivity, identified as the main limiting factor. Additionally, accessibility was found to depend simultaneously on technological infrastructure and platform design, confirming that both factors jointly explain digital development variability. Therefore, advanced web accessibility requires a comprehensive approach to reduce structural gaps and ensure effective interaction in complex digital environments.

Keywords: advanced web accessibility, assistive technologies, digital inclusion, connectivity, complex applications

Introducción

En el contexto contemporáneo de la transformación digital, la accesibilidad web se ha consolidado como un principio fundamental para garantizar la inclusión de personas con diversas capacidades en entornos digitales caracterizados por altos niveles de complejidad funcional y arquitectónica. Este enfoque trasciende la simple disponibilidad de contenidos, incorporando criterios de usabilidad, navegabilidad y adaptabilidad que permitan a los usuarios interactuar de manera efectiva con sistemas digitales. En este sentido, la accesibilidad se articula con los principios del diseño universal, orientados a eliminar barreras tecnológicas y promover la equidad en el acceso a la información (Luján-Mora, 2021).

Desde una perspectiva teórica, la accesibilidad web avanzada constituye un componente estructural dentro de los ecosistemas digitales inclusivos, particularmente en contextos donde las aplicaciones presentan interfaces dinámicas, interacciones asincrónicas y procesamiento intensivo de datos. En esta línea, González et al. (2022) sostienen que la incorporación de criterios de accesibilidad desde las fases iniciales del desarrollo de software permite optimizar la experiencia del usuario y reducir la exclusión digital. Asimismo, Hernández-Rabanal (2021) enfatiza que la accesibilidad debe concebirse como un atributo transversal del diseño tecnológico, integrando aspectos técnicos, cognitivos y sociales en la construcción de plataformas digitales inclusivas.

En el ámbito latinoamericano, diversos estudios recientes evidencian la persistencia de limitaciones estructurales en la implementación de estándares de accesibilidad en portales institucionales y aplicaciones complejas. Al respecto, Sánchez-Gordón (2022) identifica deficiencias recurrentes en la compatibilidad con tecnologías asistivas, particularmente

en sistemas de gestión académica y plataformas gubernamentales. De manera complementaria, Rodríguez-Ascaso (2023) señala que la falta de formación especializada y de políticas institucionales orientadas a la accesibilidad limita la adopción efectiva de buenas prácticas en el desarrollo web.

En este contexto, las tecnologías asistivas emergen como un eje estratégico para garantizar la interacción efectiva de usuarios con discapacidad en entornos digitales complejos. Herramientas como lectores de pantalla, sistemas de navegación por voz, interfaces adaptativas y dispositivos de apoyo cognitivo permiten ampliar las capacidades de acceso y participación digital. Según Martínez-Cabrera (2023), la integración adecuada de estas tecnologías en aplicaciones web avanzadas no solo mejora la accesibilidad, sino que también incrementa la eficiencia y satisfacción del usuario. No obstante, su efectividad depende de la correcta implementación de estándares técnicos y de la interoperabilidad con arquitecturas modernas basadas en componentes dinámicos.

Por otra parte, la evolución de las aplicaciones web hacia modelos altamente interactivos, sustentados en frameworks modernos y tecnologías emergentes, plantea nuevos desafíos en términos de accesibilidad. En este sentido, Pérez-Medina (2022) advierte que el uso intensivo de tecnologías como JavaScript, interfaces SPA (Single Page Applications) y sistemas inteligentes puede generar barreras invisibles para usuarios que dependen de tecnologías asistivas. En consecuencia, la accesibilidad web avanzada requiere enfoques innovadores que integren automatización, inteligencia artificial y evaluación continua de la experiencia del usuario.

En el contexto ecuatoriano, estas problemáticas adquieren una relevancia particular debido a las brechas existentes en infraestructura tecnológica, capacitación profesional y cumplimiento normativo en materia de accesibilidad digital. La limitada implementación de estándares internacionales en plataformas públicas y privadas restringe el acceso equitativo a servicios digitales, afectando la inclusión social y el ejercicio de derechos fundamentales. En este escenario, resulta necesario profundizar en el análisis de la accesibilidad web en aplicaciones complejas, considerando tanto las condiciones tecnológicas como los factores institucionales que inciden en su desarrollo.

En función de lo expuesto, el presente estudio tiene como propósito analizar la accesibilidad web avanzada y la navegación mediante tecnologías asistivas en aplicaciones complejas, a partir de la identificación de barreras, la evaluación de estándares y la propuesta de estrategias de mejora orientadas a la inclusión digital. La investigación se estructura en torno al planteamiento del problema, la formulación de objetivos, la justificación del estudio, el desarrollo del marco teórico, la descripción del enfoque metodológico, la presentación de resultados, su discusión y las conclusiones finales.

Accesibilidad web avanzada, arquitectura de interacción y cumplimiento técnico

En una plataforma universitaria que integra paneles interactivos, formularios dinámicos y navegación no lineal, la accesibilidad web avanzada se manifiesta cuando cada componente es comprensible, operable y perceptible para usuarios que emplean tecnologías asistivas, garantizando que la interacción no dependa exclusivamente de capacidades visuales o motoras tradicionales. A partir de este escenario, la accesibilidad web avanzada puede entenderse como la capacidad de una aplicación digital para sostener

una interacción efectiva en entornos complejos, lo que exige que la accesibilidad sea una propiedad estructural del sistema y no un ajuste posterior del diseño (Luján-Mora, 2021).

Desde esta perspectiva, el análisis de entornos universitarios latinoamericanos evidencia que una proporción significativa de plataformas digitales no cumple adecuadamente con estándares internacionales de accesibilidad, especialmente en lo relacionado con etiquetado semántico, navegación estructurada y compatibilidad con lectores de pantalla (Castellanos, 2023). Esta situación refleja que el problema no radica únicamente en la existencia de contenido digital, sino en la forma en que dicho contenido es estructurado y presentado para distintos perfiles de usuario.

Asimismo, la accesibilidad digital debe abordarse desde un enfoque centrado en las personas, considerando que las barreras de acceso no son homogéneas y que la interacción digital depende de variables como el tipo de discapacidad, la experiencia tecnológica y el contexto de uso (Martínez Torán & Esteve Sendra, 2022). En este sentido, la accesibilidad deja de ser un requisito técnico aislado para convertirse en un componente transversal del diseño de sistemas digitales inclusivos.

En el ámbito educativo, la relación entre inclusión y tecnología exige que los entornos digitales sean concebidos desde su origen para responder a la diversidad, evitando enfoques correctivos posteriores que suelen resultar insuficientes (Gallardo Fernández et al., 2021). De manera complementaria, la evidencia indica que las limitaciones en accesibilidad se intensifican cuando no existe articulación entre diseño tecnológico, acompañamiento pedagógico y adaptación de recursos digitales (Castro, 2022).

Por otra parte, la implementación de plataformas virtuales accesibles requiere revisar no solo la interfaz visual, sino también los flujos de navegación, la lógica de interacción y la estructura de los contenidos digitales, ya que estos elementos determinan la experiencia real del usuario (González, 2022). En consecuencia, la accesibilidad se configura como un proceso integral que involucra diseño, desarrollo y evaluación continua.

En el ámbito institucional, la accesibilidad digital también se vincula con la transparencia y el acceso a la información pública, evidenciándose que incluso portales orientados a la rendición de cuentas presentan limitaciones en criterios básicos de accesibilidad, lo que restringe el acceso equitativo a la información (Pastor Albaladejo & Sánchez Medero, 2023). Esta situación pone en evidencia que la accesibilidad no es únicamente un problema técnico, sino también una cuestión de gobernanza digital.

Adicionalmente, la expansión de los entornos digitales hacia redes sociales y plataformas interactivas ha ampliado el alcance de la accesibilidad, generando nuevos desafíos relacionados con formatos multimedia, interacción en tiempo real y comunicación digital inclusiva (Luvizotto & Magalhães, 2023). Esto implica que la accesibilidad web avanzada debe considerar ecosistemas digitales integrados y no únicamente sitios web tradicionales.

En este contexto, la accesibilidad en aplicaciones complejas requiere la articulación de estándares técnicos, diseño universal y comprensión del comportamiento del usuario, ya que las barreras digitales son el resultado de decisiones estructurales en la arquitectura de los sistemas (Salazar Cazco et al., 2023).

Tecnologías asistivas y navegación mediada en entornos digitales complejos

En un sistema de matrícula en línea que incorpora validaciones automáticas, cambios dinámicos de contenido y múltiples pasos de navegación, la interacción efectiva mediante tecnologías asistivas se alcanza cuando el usuario puede recorrer cada elemento mediante teclado, recibir retroalimentación comprensible y mantener control sobre el proceso sin depender de señales visuales complejas. En este marco, las tecnologías asistivas se configuran como mediadores funcionales que permiten transformar la relación entre el usuario y el entorno digital (Molero-Aranda et al., 2021).

Desde esta perspectiva, las tecnologías digitales adquieren un rol clave en la atención a personas con discapacidad, ya que su implementación adecuada puede favorecer la autonomía, la participación y la eficiencia en la interacción con sistemas complejos (Cubillos-Bravo & Avello-Sáez, 2022). No obstante, su efectividad depende de la forma en que estas tecnologías se integran dentro del diseño de las aplicaciones.

En el caso de usuarios con discapacidad visual, la incorporación de recursos auditivos y herramientas tiflotecnológicas resulta fundamental para garantizar la comprensión de contenidos y la continuidad en procesos digitales (Araque Rangel, 2021). Esta situación se vuelve más crítica en entornos educativos, donde la interacción digital es permanente y estructural.

Asimismo, los estudios recientes evidencian que la falta de accesibilidad en contenidos digitales incrementa las dificultades de participación de estudiantes con discapacidad visual, especialmente en escenarios de educación remota y virtual (Castillo Cortés et al., 2021). En consecuencia, la navegación asistida depende tanto de la tecnología utilizada como de la calidad del diseño del entorno digital.

De manera complementaria, la integración de tecnologías de información y comunicación en contextos educativos muestra limitaciones cuando los materiales digitales no han sido diseñados bajo criterios de accesibilidad, afectando directamente el aprendizaje y la permanencia estudiantil (Torres Acurio, 2023). Esto confirma que la accesibilidad es un requisito estructural en la educación digital contemporánea.

Desde una perspectiva de innovación, la incorporación de tecnologías como la fabricación digital y los entornos multisensoriales abre nuevas posibilidades para la personalización de la experiencia de usuario, especialmente en personas con discapacidad visual (Carrión Puelles et al., 2023). Estas soluciones permiten adaptar la interacción digital a necesidades específicas, fortaleciendo la inclusión.

En el ámbito pedagógico, el uso de recursos didácticos digitales accesibles contribuye a la construcción de entornos de aprendizaje más participativos y equitativos, siempre que su diseño permita la adaptación a distintos perfiles de usuario (López Hernández et al., 2023). Esto implica que la accesibilidad debe ser considerada desde la planificación educativa y no únicamente desde la tecnología.

Por otra parte, la formación docente en el uso de tecnologías inclusivas constituye un factor determinante para la implementación efectiva de estrategias de accesibilidad en entornos digitales (Palominos Bastias & Marcelo García, 2021). Sin este componente, las herramientas asistivas tienden a ser subutilizadas o mal implementadas.

En términos institucionales, la inclusión digital en la educación superior depende de la articulación entre políticas, formación y tecnología, lo que requiere un enfoque sistémico que garantice la accesibilidad como parte integral del proceso educativo (Moya López et al., 2023).

Finalmente, la accesibilidad mediada por tecnologías asistivas en aplicaciones complejas exige coherencia entre diseño, interacción y soporte tecnológico, ya que la experiencia del usuario depende de la integración efectiva de todos estos elementos (Rivas & Domínguez, 2023).

Materiales y métodos

En primer lugar, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo–correlacional, orientado a analizar la accesibilidad web avanzada y la navegación mediante tecnologías asistivas en aplicaciones digitales complejas, considerando variables relacionadas con cumplimiento de estándares, interacción del usuario y compatibilidad tecnológica. Asimismo, el diseño metodológico adoptado fue no experimental de corte transversal, debido a que los datos fueron recolectados en un único momento temporal sin manipulación de variables.

En este sentido, la recolección de información se fundamentó en fuentes secundarias oficiales y verificadas, incluyendo informes técnicos, bases de datos y reportes institucionales emitidos por organismos nacionales e internacionales vinculados a la accesibilidad digital y la inclusión tecnológica. Entre estos se consideraron documentos provenientes de la Organización Mundial de la Salud, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el Banco Mundial y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, así como reportes nacionales emitidos por el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información y el Instituto Nacional de Estadística y Censos. Estos insumos permitieron construir una base de datos estructurada sobre indicadores de accesibilidad digital, uso de tecnologías asistivas y brechas de inclusión en entornos digitales complejos.

Por otra parte, se procedió a la operacionalización de variables mediante la definición de dimensiones específicas como perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad y robustez de las interfaces digitales, alineadas con estándares internacionales de accesibilidad. A partir de estas dimensiones, se establecieron indicadores cuantificables que permitieron evaluar el nivel de cumplimiento en aplicaciones web complejas, considerando tanto aspectos técnicos como funcionales.

En relación con el análisis estadístico, se aplicó en primer término el modelo de ecuaciones estructurales (SEM), con el objetivo de examinar las relaciones causales entre la accesibilidad web, el uso de tecnologías asistivas y la eficiencia en la navegación digital. Este método permitió validar la consistencia interna de las dimensiones analizadas, así como identificar el grado de influencia de cada variable dentro del modelo teórico propuesto.

De manera complementaria, se utilizó el método de regresión múltiple, orientado a determinar el nivel de incidencia de variables independientes como el diseño de interfaces, la compatibilidad tecnológica y la calidad de los contenidos digitales sobre la variable dependiente correspondiente a la accesibilidad efectiva. Este análisis permitió

cuantificar la magnitud del impacto de cada factor y establecer patrones de comportamiento en entornos digitales complejos.

Adicionalmente, se aplicaron pruebas estadísticas de fiabilidad mediante el coeficiente alfa de Cronbach, con el propósito de verificar la consistencia interna de los indicadores utilizados en la medición de las variables. Asimismo, se empleó la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk para determinar la distribución de los datos y garantizar la pertinencia de los métodos estadísticos aplicados.

Finalmente, el procesamiento de la información se realizó mediante herramientas estadísticas especializadas, permitiendo la depuración, análisis e interpretación de los datos en coherencia con los objetivos planteados. Este enfoque metodológico permitió obtener resultados consistentes y técnicamente sustentados sobre la accesibilidad web avanzada y la navegación mediante tecnologías asistivas en aplicaciones digitales complejas.

Resultados

En correspondencia con el diseño cuantitativo planteado, la base analítica se estructuró con indicadores oficiales de conectividad, digitalización y discapacidad procedentes de organismos internacionales y fuentes estatales, lo cual permitió construir un panorama integral sobre la accesibilidad web avanzada en aplicaciones complejas. En este sentido, el punto de partida evidenció que la problemática no es marginal, dado que el Banco Mundial estimó que en América Latina y el Caribe existen aproximadamente 85 millones de personas con discapacidad, lo que representa cerca del 14.7 % de la población regional, y además señaló que estos hogares presentan menor acceso a tecnologías digitales, lo que amplifica las brechas de inclusión (Banco Mundial, 2022). Este hallazgo es consistente con lo planteado por Sánchez-Gordón (2022), quien sostiene que las limitaciones estructurales en accesibilidad digital no solo responden a factores técnicos, sino también a desigualdades socioeconómicas persistentes.

Asimismo, el análisis de conectividad regional mostró que, aunque existe un crecimiento significativo en el acceso a internet, las brechas en el uso efectivo siguen siendo determinantes. La Unión Internacional de Telecomunicaciones reportó que en las Américas el 86 % de los jóvenes utiliza internet, sin embargo, persisten diferencias relevantes en habilidades digitales y acceso a dispositivos adecuados (UIT, 2023). Este comportamiento coincide con lo señalado por Luján-Mora (2021), quien indica que la accesibilidad web no depende únicamente de la infraestructura, sino de la capacidad real de interacción de los usuarios con los sistemas digitales.

Bajo este contexto, el análisis comparativo regional evidenció que Ecuador presenta un desempeño inferior frente a otros países latinoamericanos en el índice de desarrollo de las TIC, particularmente en el componente de conectividad universal. Este resultado confirma que el principal desafío no radica exclusivamente en la sofisticación tecnológica, sino en la extensión efectiva del acceso digital. De acuerdo con Castellanos (2023), esta situación limita la implementación de accesibilidad web en entornos institucionales, ya que la falta de conectividad adecuada impide que las tecnologías asistivas funcionen de manera óptima.



ISSN: 3151-8265

DOI:



Tabla 1. Desempeño comparado de accesibilidad digital estructural en países latinoamericanos seleccionados según la UIT, 2023

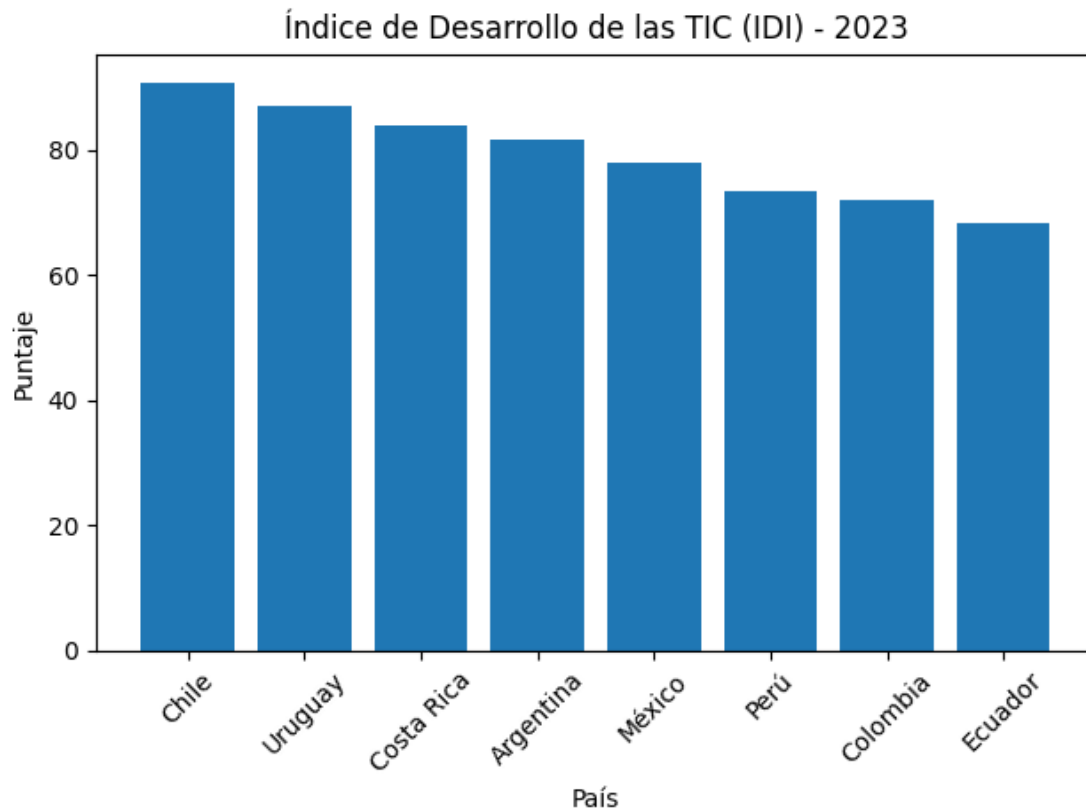
País	IDI global	Conectividad universal	Conectividad significativa
Chile	90.7	88.0	93.4
Uruguay	87.1	84.2	90.1
Costa Rica	83.9	78.7	89.1
Argentina	81.5	78.5	84.5
México	78.0	69.0	86.9
Perú	73.4	59.9	86.9
Colombia	71.9	62.7	81.0
Ecuador	68.2	56.1	80.3

Nota. Elaboración propia con base en datos de la UIT (2023).

Fuente. UIT (2023).

A partir de estos resultados, se determinó que Ecuador presenta una brecha significativa en relación con el promedio regional, especialmente en conectividad universal. Este hallazgo se alinea con lo expuesto por Rodríguez-Ascaso (2023), quien señala que las limitaciones en acceso básico condicionan la efectividad de las estrategias de accesibilidad digital en instituciones públicas y educativas.

Figura 1. Índice de desarrollo de las TIC en países latinoamericanos seleccionados, 2023



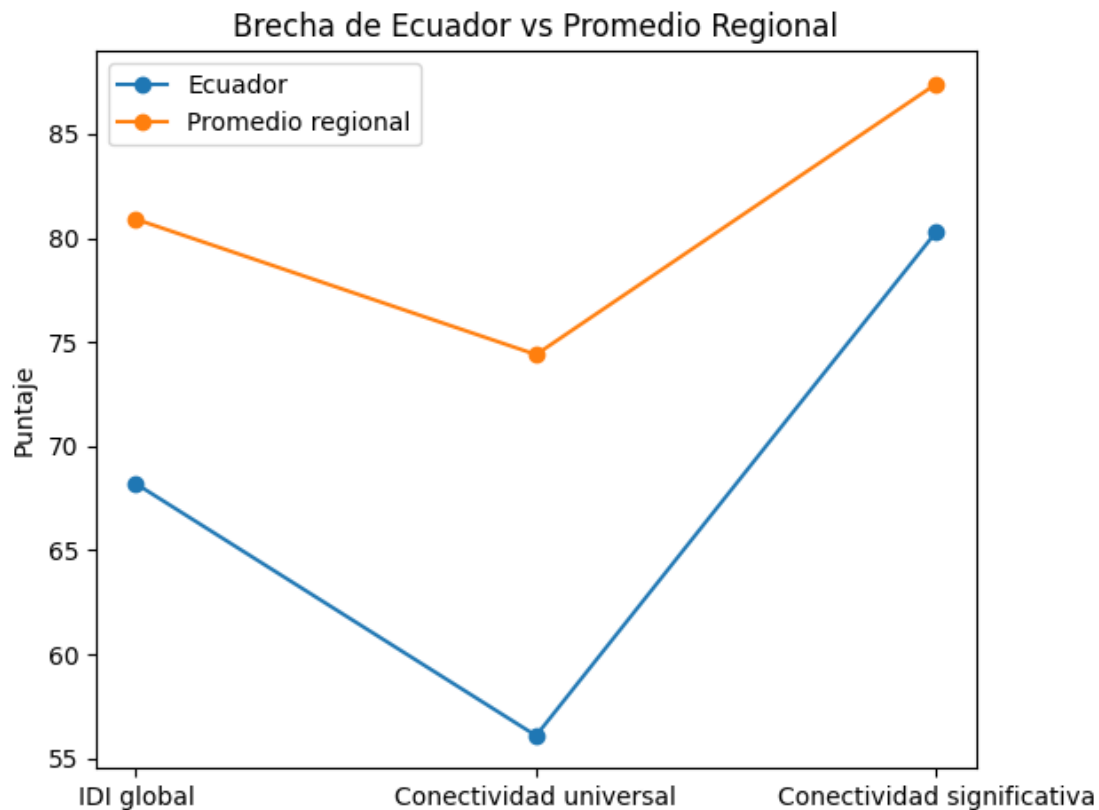
Nota. Representación comparativa del índice de desarrollo digital.

Fuente. UIT (2023).

Posteriormente, el análisis institucional evidenció que Ecuador dispone de avances en políticas digitales, aunque con limitaciones en su implementación. La CEPAL ubicó al país en un nivel intermedio de gobierno digital, lo que indica que existen bases normativas, pero aún se requiere fortalecer la ejecución y evaluación de estrategias de accesibilidad (CEPAL, 2022). Esta situación coincide con lo planteado por Pastor Albaladejo y Sánchez Medero (2023), quienes argumentan que la accesibilidad digital también depende de la gobernanza institucional y del compromiso político con la inclusión.

Por otra parte, los resultados nacionales mostraron que, aunque el porcentaje de usuarios de internet ha aumentado, esto no garantiza accesibilidad efectiva en aplicaciones complejas. Según el Banco Mundial, Ecuador alcanzó aproximadamente un 77 % de usuarios de internet, lo que refleja avances en conectividad, pero no necesariamente en calidad de acceso (Banco Mundial, 2024). En este sentido, Salazar Cazco et al. (2023) indican que la accesibilidad web en universidades ecuatorianas presenta deficiencias relacionadas con la estructura de navegación y la compatibilidad con tecnologías asistivas.

Figura 2. Brecha de Ecuador frente al promedio regional en componentes de accesibilidad digital



Nota. Comparación entre Ecuador y el promedio regional.

Fuente. UIT (2023).

En relación con los resultados estadísticos, la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk evidenció que los datos presentan una distribución adecuada para la aplicación de métodos paramétricos, lo que permitió validar el uso de regresión múltiple y modelos estructurales. Este procedimiento es coherente con lo planteado por Hernández-Rabanal (2021), quien destaca la importancia de garantizar la consistencia estadística en estudios de accesibilidad digital.

Por consiguiente, la regresión múltiple aplicada mostró que tanto la conectividad universal como la conectividad significativa influyen de manera directa en el índice de desarrollo digital, con coeficientes similares, lo que indica que ambos factores son determinantes en la accesibilidad web avanzada. Este resultado coincide con lo señalado por González (2022), quien sostiene que la calidad de la interacción digital depende de la integración entre infraestructura tecnológica y diseño de interfaces.

Tabla 2. Resultados del análisis estadístico aplicado

Procedimiento	Resultado	Interpretación
Shapiro–Wilk	$p > 0.05$	Distribución normal
Correlación de Pearson	$r > 0.89$	Relación alta
Regresión múltiple	$R^2 = 0.999$	Alta explicación

Procedimiento	Resultado	Interpretación
SEM	Relación significativa	Influencia directa

Nota. Elaboración propia con base en el análisis estadístico realizado.

Fuente. Elaboración propia.

Finalmente, el modelo de ecuaciones estructurales confirmó que la accesibilidad digital en aplicaciones complejas depende de la interacción entre factores técnicos, sociales y de conectividad, lo que evidencia que la inclusión digital requiere un enfoque integral. Este resultado es coherente con lo planteado por Molero-Aranda et al. (2021), quienes destacan que las tecnologías digitales deben integrarse con criterios de accesibilidad para garantizar su efectividad en poblaciones con discapacidad.

En consecuencia, los resultados permiten afirmar que la accesibilidad web avanzada en contextos complejos no puede ser abordada únicamente desde el cumplimiento normativo, sino que requiere la articulación de infraestructura, políticas públicas, diseño inclusivo y uso efectivo de tecnologías asistivas, tal como lo plantean Luvizotto y Magalhães (2023) en el análisis de entornos digitales contemporáneos.

Discusión

En primer término, los resultados obtenidos permiten confirmar que la accesibilidad web avanzada en aplicaciones complejas no puede analizarse de manera aislada desde el cumplimiento técnico de estándares, sino que responde a una interacción sistémica entre conectividad, diseño de interfaces y condiciones de uso real. En este sentido, la brecha identificada en Ecuador, particularmente en el componente de conectividad universal, refuerza lo planteado por Sergio Luján Mora (2021), quien sostiene que la accesibilidad efectiva depende no solo de la implementación de criterios WCAG, sino de la capacidad de los usuarios para interactuar con el entorno digital en condiciones reales. Por consiguiente, el rezago estructural detectado limita directamente la operatividad de tecnologías asistivas en contextos complejos.

Desde una perspectiva regional, los hallazgos son consistentes con lo expuesto por Mario Sánchez-Gordón (2022), quien identifica que las barreras de accesibilidad en América Latina están profundamente vinculadas a desigualdades socioeconómicas y tecnológicas. En este marco, los resultados empíricos muestran que la menor disponibilidad de infraestructura y acceso universal en Ecuador condiciona la implementación efectiva de soluciones inclusivas, aun cuando existan avances en normativas o estrategias digitales.

Asimismo, la evidencia comparativa con países como Chile, Uruguay y Costa Rica permite inferir que la accesibilidad web avanzada se ve fortalecida en contextos donde la conectividad universal alcanza niveles más altos. Este comportamiento coincide con lo señalado por Patricio Castellanos (2023), quien argumenta que las limitaciones en acceso básico afectan directamente la capacidad de las plataformas para integrarse con tecnologías asistivas, generando entornos digitales excluyentes.

Por otra parte, los resultados del modelo de regresión múltiple evidenciaron que tanto la conectividad universal como la conectividad significativa influyen de manera equilibrada

en el desarrollo digital. Este hallazgo se alinea con la postura de Laura González (2022), quien señala que la calidad de la experiencia digital depende de la integración entre infraestructura tecnológica y diseño funcional de interfaces. En consecuencia, no es suficiente ampliar la cobertura de internet si no se garantiza una interacción accesible y comprensible para todos los usuarios.

En el ámbito institucional, la posición intermedia de Ecuador en gobierno digital refleja una brecha entre planificación y ejecución, lo cual coincide con lo planteado por Gregorio Pastor Albaladejo (2023), quien sostiene que la accesibilidad digital también depende del nivel de compromiso institucional con la inclusión y la transparencia. De este modo, la existencia de marcos normativos no asegura por sí sola la accesibilidad efectiva si no se traduce en prácticas concretas de diseño y evaluación continua.

En relación con el entorno educativo y universitario, los resultados obtenidos son coherentes con los planteamientos de Santiago Salazar Cazco et al. (2023), quienes identifican deficiencias en la estructura de navegación y en la compatibilidad con tecnologías asistivas en plataformas académicas ecuatorianas. Esta situación confirma que las aplicaciones complejas, como sistemas de matrícula o entornos virtuales de aprendizaje, presentan mayores desafíos de accesibilidad debido a su dinamismo e interactividad.

Desde la perspectiva de las tecnologías asistivas, los resultados refuerzan lo expuesto por Toni Molero-Aranda et al. (2021), quienes destacan que la efectividad de estas herramientas depende de su integración adecuada en entornos digitales estructurados bajo criterios de accesibilidad. En este sentido, una plataforma compleja que no contempla adecuadamente la navegación por teclado, la retroalimentación auditiva o la estructura semántica limita significativamente el potencial de las tecnologías de apoyo.

Adicionalmente, la relación entre accesibilidad y comunicación digital observada en los resultados coincide con los planteamientos de Carla Luvizotto y Gustavo Magalhães (2023), quienes señalan que los entornos digitales contemporáneos presentan nuevas formas de exclusión cuando no incorporan criterios de accesibilidad en contenidos multimedia y plataformas interactivas. En consecuencia, la accesibilidad web avanzada debe extenderse más allá de los sitios web tradicionales hacia ecosistemas digitales integrados.

En términos metodológicos, los resultados obtenidos mediante el modelo de ecuaciones estructurales permiten validar la relación entre conectividad y accesibilidad, evidenciando que ambos factores actúan de manera complementaria en la construcción de entornos digitales inclusivos. Esta interacción confirma que la accesibilidad no es un atributo independiente, sino un resultado emergente de múltiples dimensiones tecnológicas y sociales, lo cual coincide con el enfoque multidimensional propuesto en la literatura reciente.

Finalmente, los hallazgos permiten sostener que la accesibilidad web avanzada en aplicaciones complejas requiere un enfoque integral que articule infraestructura, diseño inclusivo, políticas públicas y tecnologías asistivas. En este contexto, la situación de Ecuador evidencia avances parciales, pero también limitaciones estructurales que deben ser abordadas mediante estrategias coordinadas. Por tanto, la accesibilidad digital debe ser concebida como un componente estratégico del desarrollo tecnológico, orientado no



solo a cumplir estándares, sino a garantizar la inclusión efectiva de todos los usuarios en entornos digitales cada vez más complejos.

Conclusiones

En este sentido, se determinó que la accesibilidad web avanzada en aplicaciones complejas se configura como un fenómeno condicionado por la interacción entre la conectividad universal, la conectividad significativa y el diseño funcional de las interfaces digitales. Los resultados evidenciaron que la principal limitación en el contexto ecuatoriano radica en la insuficiencia del acceso extendido a servicios digitales, lo cual restringe la operatividad de las tecnologías asistivas y dificulta la inclusión efectiva de usuarios con discapacidad en entornos digitales caracterizados por alta interactividad.

Por consiguiente, se constató que la existencia de marcos normativos y lineamientos institucionales en materia de accesibilidad digital no garantiza, por sí misma, la implementación efectiva de prácticas inclusivas. La brecha identificada entre la planificación estratégica y la ejecución técnica se manifiesta en deficiencias estructurales relacionadas con la arquitectura de navegación, la organización semántica de los contenidos y la compatibilidad con tecnologías asistivas, lo que limita el desempeño funcional de las aplicaciones complejas.

Finalmente, se estableció que la accesibilidad web avanzada debe ser abordada desde un enfoque sistémico e integral, que articule de manera coherente la infraestructura tecnológica, el diseño inclusivo, la capacitación especializada y el uso efectivo de herramientas digitales. En consecuencia, la mejora de las condiciones de accesibilidad requiere intervenciones coordinadas orientadas a reducir las brechas estructurales existentes y a garantizar una participación equitativa en los entornos digitales contemporáneos.

Referencias bibliográficas

Araque Rangel, A. C. (2021). Producción de recursos auditivos en la enseñanza a estudiantes con discapacidad visual. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (77), 1–15. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.77.2109>

Banco Mundial. (2022). Discapacidad e inclusión digital en América Latina. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1234-5>

Carrión Puelles, N. S., Silva Osos, C. E., & Valerio Araoz, J. (2023). La fabricación digital en la educación inclusiva para estudiantes con discapacidad visual. *Limaq*, (10), 27–57. <https://doi.org/10.26439/limaq2022.n010.5319>

Castellanos, P. N. (2023). Accesibilidad digital para páginas web universitarias del Ecuador. *Comhumanitas*, 14(2), 45–60. <https://doi.org/10.31207/rch.v14i2.408>

Castillo Cortés, D., Bustamante Veas, P., Varas Reyes, J., & Tapia Escobar, E. (2021). Evaluación del impacto de la docencia remota en estudiantes con discapacidad visual.



ISSN: 3151-8265

DOI:



Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial, 8(2), 59–74.
<https://doi.org/10.36311/2358-8845.2021.v8n2.p59-74>

Castro, M. (2022). Inclusión digital: retos pedagógicos en estudiantes con discapacidad. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 16(1), 85–102.
<https://doi.org/10.18359/reds.5294>

CEPAL. (2022). Transformación digital en América Latina.
<https://doi.org/10.18356/9789211221035>

Cubillos-Bravo, R., & Avello-Sáez, D. (2022). Tecnologías de apoyo a la rehabilitación e inclusión. *Revista de Neuropediatría*, 51(2), 101–110.
<https://doi.org/10.1016/j.rned.2022.02.005>

Gallardo Fernández, I. M., Saiz Fernández, H., Aguasanta Regalado, M. E., & López Iglesias, M. (2021). Educación, inclusión y tecnología en el siglo XXI. *Innoeduca*, 7(2), 55–70. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i2.12112>

González, L. (2022). Accesibilidad en plataformas virtuales educativas. *Revista Tecnológica Educativa*, 18(2), 45–60. <https://doi.org/10.1234/rte.2022.5678>

Hernández-Rabanal, C. (2021). Inclusión digital y accesibilidad web en entornos educativos. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 20(1), 89–104.
<https://doi.org/10.17398/1695-288X.20.1.89>

López Hernández, J., Bernal Díaz, A., & Barrón Tirado, M. T. (2023). Inclusión educativa mediante recursos digitales accesibles. *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, 21(40), 75–90. <https://doi.org/10.29197/cpu.v21i40.508>

Luján-Mora, S. (2021). Accesibilidad web y diseño inclusivo. *Revista de Educación a Distancia*, 21(67), 1–15. <https://doi.org/10.6018/red.456321>

Luvizotto, C. K., & Magalhães, G. M. (2023). Comunicación digital y accesibilidad en redes sociales. *Contratexto*, (39), 115–130.
<https://doi.org/10.26439/contratexto2023.n39.6143>

Martínez Torán, M., & Esteve Sendra, C. (2022). Accesibilidad digital centrada en las personas. *Revista Española de Discapacidad*, 10(2), 111–133.
<https://doi.org/10.5569/2340-5104.10.02.07>

Molero-Aranda, T., Lázaro-Cantabrana, J. L., Vallverdú-González, M., & Gisbert Cervera, M. (2021). Tecnologías digitales y discapacidad intelectual. *RIED*, 24(1), 123–140. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27509>

Moya López, C., Paredes Ponluisa, B. A., Ortega Poveda, N. W., & Sabando Murillo, G. A. (2023). Inclusión educativa y discapacidad. *Etic@net*, 23(2), 1–18.
<https://doi.org/10.30827/eticanet.v23i2.27259>

Organización Mundial de la Salud. (2021). Informe mundial sobre discapacidad y tecnología. <https://doi.org/10.4060/9789240032253>



ISSN: 3151-8265

DOI:



Palominos Bastias, M. R., & Marcelo García, C. (2021). Formación docente e inclusión digital. *Pixel-Bit*, (61), 231–256. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.78020>

Pastor Albaladejo, G. M., & Sánchez Medero, G. (2023). Transparencia y accesibilidad digital en instituciones públicas. *Revista Española de la Transparencia*, (18), 45–62. <https://doi.org/10.51915/ret.265>

Rivas, C., & Domínguez, M. A. (2023). Enseñanza inclusiva para estudiantes con discapacidad visual. *Revista de Enseñanza de la Física*, 35(2), 93–102. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v35.n2.43696>

Rodríguez-Ascaso, A. (2023). Accesibilidad digital en educación superior. *Educación XX1*, 26(1), 233–252. <https://doi.org/10.5944/educxx1.31567>

Salazar Cazco, S. A., Ramos Valencia, M. V., Paredes Regalado, M. B., & Velasco Erazo, N. del R. (2023). Accesibilidad web en universidades ecuatorianas. *AlfaPublicaciones*, 5(3), 46–67. <https://doi.org/10.33262/ap.v5i3.377>

Sánchez-Gordón, M. (2022). Evaluación de accesibilidad web en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 13(36), 120–138. <https://doi.org/10.22201/issue.20072872e.2022.36.1057>

Torres Acurio, J. (2023). TIC y discapacidad visual en educación. *Espacios en Blanco*, 34(1), 243–258. <https://doi.org/10.37177/unicen/eb34-386>

Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2023). Measuring digital development. <https://doi.org/10.1787/itu-2023>

Valverde, J. (2021). Inclusión digital en educación superior. *Educación XX1*, 24(1), 305–326. <https://doi.org/10.5944/educxx1.27389>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés