

Una mirada a la
Accesibilidad Web
desde el Nordeste Argentino
Sistematización de Experiencias



COMPILACIÓN
María Viviana Godoy Guglielmone
Sonia I. Mariño
Pedro L. Alfonzo

Una mirada a la
Accesibilidad Web
desde el Nordeste Argentino
Sistematización de Experiencias



COMPILACIÓN
María Viviana Godoy Guglielmone
Sonia I. Mariño
Pedro L. Alfonzo

2026 by Atena Editora

Copyright © 2026 Atena Editora

Copyright do texto © 2026, el autor Copyright
de la edición © 2026, Atena Editora

Los derechos de esta edición han sido cedidos a Atena Editora por el autor.

Publicación de acceso abierto por Atena Editora

Editora jefe

Prof. Dr. Antonella Carvalho de Oliveira

Editora ejecutiva

Natalia Oliveira Scheffer

Imágenes de la portada

iStock

Edición artística

Yago Raphael Massuqueto Rocha



Todo el contenido de este libro está licenciado bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Atena Editorial mantiene un firme compromiso con la transparencia y la calidad en todo el proceso de publicación. Trabajamos para garantizar que todo se realice de manera ética, evitando problemas como plagio, manipulación de información o cualquier interferencia externa que pueda comprometer la obra.

Si surge alguna sospecha de irregularidad, será analizada con atención y tratada con responsabilidad.

El contenido del libro, textos, datos e informaciones, es de total responsabilidad del autor y no representa necesariamente la opinión de Atena Editorial. La obra puede descargarse, compartirse, adaptarse o reutilizarse libremente, siempre que se mencionen el autor y la editorial, de acuerdo con la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Cada trabajo recibió la atención de especialistas antes de su publicación.

El equipo editorial de Atena evaluó las producciones nacionales, y revisores externos analizaron los materiales de autores internacionales.

Todos los textos fueron aprobados con base en criterios de imparcialidad y responsabilidad.

UNA MIRADA A LA ACCESIBILIDAD WEB DESDE EL NORDESTE ARGENTINO: Sistematización de Experiencias

| **Compilación:**

María V. Godoy Guglielmone
Pedro L. Alfonzo

Sonia I. Mariño

| **Revisión:**

Los autores

| **Diseño:**

Luiza Alves Batista

| **Portada:**

Yago Raphael Massuqueto Rocha

Datos de catalogación en publicación internacional (CIP)

M671 Una mirada a la accesibilidad web desde el nordeste argentino: sistematización de experiencias / Organización María Viviana Godoy Guglielmone, Sonia I. Mariño, Pedro L. Alfonzo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2026.

Formato: PDF

Requisitos del sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acceso: World Wide Web

Incluye bibliografía

ISBN 978-65-258-4023-9

DOI <https://doi.org/10.22533/at.ed.239262302>

1. Accesibilidad web. 2. Inclusión digital. I. Guglielmone, María Viviana Godoy (Organización). II. Mariño, Sonia I. (Organización). III. Alfonzo, Pedro L. (Organización). IV. Título.

CDD 006.7

Preparado por Bibliotecario Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

☎ +55 (42) 3323-5493

☎ +55 (42) 99955-2866

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

CONSEJO EDITORIAL

CONSEJO EDITORIAL

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Ariadna Faria Vieira – Universidade Estadual do Piauí
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dr. Cláudio José de Souza – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof. Dr. Joachin de Melo Azevedo Sobrinho Neto – Universidade de Pernambuco
Prof. Dr. João Paulo Roberti Junior – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof. Dr. Sérgio Nunes de Jesus – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

EL LIBRO

EL LIBRO

Este libro reúne una selección de artículos previamente publicados en revistas científicas y presentados en conferencias académicas. Cada capítulo ha sido revisado y adaptado especialmente para su inclusión en formato libro, manteniendo la rigurosidad y el enfoque original de los trabajos. Las referencias a las fuentes primarias se encuentran detalladas en cada capítulo.

Los contenidos aquí compilados fueron desarrollados en el marco de proyectos de investigación acreditados por la Secretaría General de Ciencia y Técnica, y en el contexto de actividades académicas llevadas a cabo en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste (Argentina).

AGRADECIMIENTO

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Nacional del Nordeste, a través de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FaCENA) y la Secretaría General de Ciencia y Técnica (SGCyT) por propiciar y sostener un entorno que impulsa el desarrollo de actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I). Su compromiso con la generación y transferencia de conocimiento, así como con el fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas, constituye un apoyo fundamental para el crecimiento académico, la realización de proyectos disciplinares e interdisciplinares, la formación de recursos humanos y la consolidación de equipos de trabajo.

Asimismo, valoramos la participación dedicada y comprometida de docentes, estudiantes y becarios en las temáticas abordadas en los distintos capítulos de este libro.

Los compiladores.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

Introducción a la accesibilidad web

1.1 Introducción	1
1.2 Pautas de accesibilidad a los contenidos web (WCAG)	2
1.3 La accesibilidad Web en la Ingeniería del Software	5
1.4 Estándares de Accesibilidad Web.....	7
1.5 Estructura del libro	8
1.6 Referencias.....	9

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2392623021>

CAPÍTULO 2 12

Herramientas software para la Accesibilidad Web: evaluación automática y de apoyo al Acceso a la Información

2.1 Introducción	12
2.2 Herramientas para la evaluación de la Accesibilidad Web en línea	12
2.3 Herramientas para la evaluación de la Accesibilidad Web en plataformas móvil	14
2.3.1 Para el sistema Android	14
2.3.2 Para el sistema iOS	15
2.3.3 Para el sistema Windows.....	15
2.4 Herramientas de apoyo al acceso a la información.....	15
2.5 Referencias	17

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2392623022>

CAPÍTULO 3 18

Casos de estudio en torno a la Accesibilidad Web

3.1 Experimentaciones en torno a la Accesibilidad Web.....	18
Caso 1. La Accesibilidad Web en plataformas b-learning	18
Caso 2. Accesibilidad en dispositivos móviles.....	22
Caso 3. Modelo de proceso software aplicado a la revisión de la Accesibilidad Web en desarrollos basados en IDE	24
Caso 4. Mantenimiento del software aplicado en sitios web accesibles.....	28

SUMÁRIO

SUMÁRIO

Caso 5 Accesibilidad Web vinculado a la gestión de recursos físicos....	30
Caso 6. Propuesta metodológica de estudios de AW basada en ISBE.	34
Caso 7. Análisis de AW visual aplicado a un portal de formación docente	37
Caso 8. Accesibilidad web gestionada desde SIU-Kolla.....	38
Caso 9. Criterios de accesibilidad web en sistemas de gestión: un enfoque centrado en la calidad del software.....	40
Caso 10. Guía para evaluación de la Accesibilidad Web Móvil	42
Caso 11. Accesibilidad Web y ODS 4.....	44
3.2 Referencias	46

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2392623023>

CAPÍTULO 4 56

Abordaje de la Accesibilidad Web en la formación de recursos humanos

4.1. Presentación	56
4.2. Metodología y etapas de trabajo	57
4.3 Resultados.....	57
4.3.1. Accesibilidad Web en actividades de I+D.....	58
4.3.2. Accesibilidad Web en Talleres de Programación	59
4.3.3. Accesibilidad Web en proyectos finales de graduación	59
4.3.4. Accesibilidad Web en la formación de RRHH de grado y posgrado	60
4.3.5. Accesibilidad Web en la formación continua.....	60
4.4 Conclusiones.....	60
4.5 Referencias.....	61

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2392623024>

LOS AUTORES..... 65



C A P Í T U L O 1

INTRODUCCIÓN A LA ACCESIBILIDAD WEB

1.1 INTRODUCCIÓN

La Accesibilidad Web (AW) se refiere al diseño y desarrollo de productos que aseguren un acceso universal a los contenidos disponibles en la *Word Wild Web* (www), independientemente del hardware, software, de la infraestructura de red, del idioma, la cultura, la localización geográfica y de las capacidades de los usuarios. Por tal motivo, uno de los temas objeto de estudio por parte de diversos organismos mundiales es la AW, entre ellos, la *World Wide Web Consortium* (en adelante Consorcio W3C) (2025), la *International Organization for Standardization* (ISO, 2012), ISO (2008a), ISO (2008b), ISO (2008c), ISO (2025), la Fundación Sidar (2025), y el Centro de Investigación y Desarrollo de Adaptaciones Tiflotécnicas (CIDAT, 2025) promovido por *Organización Nacional de Ciegos Españoles* (ONCE, 2025).

El Consorcio W3C (2025), en particular, tiene como función principal desarrollar estándares para mejorar la calidad de los sitios web y maximizar su potencial. Entre los principios que rigen en el ámbito del mismo se menciona el objetivo de hacer que los beneficios que la web ofrece estén disponibles para todo el mundo. Es por eso que la AW en diversos países se ha convertido en un tema de interés, dado que atañe directamente a la posibilidad de acceso de los ciudadanos a la información, comunicación y servicios (públicos y privados) ofrecidos a través de la web.

Lo expuesto, originó la iniciativa de AW, conocida como *Web Accessibility Initiative* (WAI, 2025), actividad desarrollada por el Consorcio W3C (2025), cuyo objetivo es facilitar el acceso de las personas con discapacidad, instaurando pautas y mejorando las herramientas para su evaluación y reparación. Es así como el Consorcio W3C ha desarrollado recomendaciones, denominadas Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG), versión 1.0 (WCAG, 1999), versión 2.0 (WCAG, 2008), versión 2.1 actualizada (WCAG, 2025), versión 2.2 actualizada (WCAG, 2024). Estas pautas son consideradas como normas de facto y citadas como referencia obligada en la mayoría de las legislaciones sobre Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) a escala global.

En relación con los aspectos legales, en *Web Accessibility Laws & Policies* (WLP, 2025) se resumen las distintas normativas existentes a escala mundial. En particular, en Argentina se promulgó la Ley N° 26.653 de Accesibilidad de la Información en las páginas web, en noviembre de 2010, y se aprobó su reglamentación en 2013 (InfoLEG, 2010; 2013). Además del decreto N° 656/2019 (InfoLEG, 2019) y la Disposición N° 6/2019 de la *Oficina Nacional de Tecnologías de la Información* (ONTI, 2019). La Ley N° 26.653 establece lo siguiente respecto a la AW:

El Estado nacional, entiéndanse los tres poderes que lo constituyen, sus organismos descentralizados o autárquicos, los entes públicos no estatales, las empresas del Estado y las empresas privadas concesionarias de servicios públicos, empresas prestadoras o contratistas de bienes y servicios, deberán respetar en los diseños de sus páginas Web las normas y requisitos sobre accesibilidad de la información que faciliten el acceso a sus contenidos, a todas las personas con discapacidad con el objeto de garantizarles la igualdad real de oportunidades y trato, evitando así todo tipo de discriminación.(art. 1)

1.2 PAUTAS DE ACCESIBILIDAD A LOS CONTENIDOS WEB (WCAG)

La WCAG 2.0 se organiza en cuatro principios sobre los cuales centra su análisis. En la Tabla 1 es posible visualizar estos principios, sus pautas y criterios, cuyo esquema posibilitan determinar el cumplimiento de la Prioridad 1, 2, 3 y los Niveles de Conformidad A, AA o AAA.

Los principios son los siguientes:

A. Principio Perceptible: son aquellas condiciones que buscan que la información y los componentes de la interfaz del usuario sean presentados, de modo que pueda percibirlo de la manera más inteligible u óptima:

- I. Alternativas textuales, alternativas para convertir texto a otros formatos dependiendo la capacidad de la persona que los necesite.
- II. Medios tempo-dependientes, para proporcionar acceso a los multimedia tempo-dependientes y sincronizados, como son sólo audio, sólo vídeo, audio y vídeo, audio o video combinado con interacción.
- III. Adaptable, contenido que pueda presentarse de diferentes formas sin perder información o estructura.
- IV. Distingible, se busca facilitar a los usuarios ver y oír el contenido, incluyendo la separación entre el primer plano y el fondo.

B. Principio Operable: garantizar que los componentes de usuario y la interfaz de navegación deben ser fáciles:

- I. Accesible por teclado, proporcionar acceso a toda la funcionalidad mediante el teclado.
- II. Tiempo suficiente, proporcionar el tiempo suficiente para leer y usar el contenido.
- III. Convulsiones, no diseñar contenido de un modo que se sepa podría provocar ataques, espasmos o convulsiones.
- IV. Navegable, proporcionar medios para ayudar a navegar, encontrar contenido y determinar dónde se encuentran.

C. Principio Comprensible: la información y el manejo de la interfaz de usuario deben ser claros. Se enfoca en características como:

- I. Legibilidad, hacer que los contenidos textuales resulten claros y comprensibles.
- II. Predecible, hacer que las páginas web aparezcan y operen de manera previsible.
- III. Entrada de datos asistida, para ayudar a evitar y corregir los errores.

D. Principio Robusto: el contenido debe ser lo suficientemente consistente y fiable como para permitir su uso con una amplia variedad de agentes de usuario, ayudas técnicas y preparado para las tecnologías posteriores.

- I. Compatible, para maximizar la semejanza con las aplicaciones de usuario actuales y futuras, incluyendo las ayudas técnicas.

El W3C establece tres prioridades:

- Prioridad 1: trata aquellos puntos que un desarrollador web tiene que cumplir, ya que, de otra manera, ciertos grupos de usuarios no podrían acceder a la información del sitio.
- Prioridad 2: aborda aquellos puntos que un desarrollador web debería cumplir, ya que, si no fuese así, sería muy difícil acceder a la información para ciertos grupos de usuarios.

- Prioridad 3: estudia aquellos puntos que un desarrollador web debería cumplir ya que, de otra forma, algunos usuarios experimentarían ciertas dificultades para acceder a la información.

En función de los puntos de verificación antes expuestos se establecen los siguientes niveles de conformidad:

- Nivel de Conformidad A: todos los puntos de verificación de la Prioridad 1 se satisfacen.
- Nivel de Conformidad AA: todos los puntos de verificación de la Prioridad 1 y 2 se satisfacen.
- Nivel de Conformidad AAA: todos los puntos de verificación de la Prioridad 1, 2 y 3 se satisfacen.

En la Tabla 1 se presenta una síntesis de la configuración de estos principios.

Tabla 1. Pautas de Accesibilidad a los Contenidos Web (WCAG 2.0).

Principio	Pautas	Criterios
PERCEPTIBLE	Textos alternativos	Contenido no textual
		Sólo audio y solo vídeo (grabaciones)
		Subtítulos (pregrabados)
	Medios basados en el tiempo	Audiodescripción o medio alternativo (pregrabado)
		Subtítulos (en directo)
		Descripción auditiva (pregrabada)
	Adaptable	Información y relaciones
		Secuencia con significado
		Características sensoriales
	Distinguible	Uso del color
		Control del audio
		Contraste (mínimo)
		Redimensionamiento del texto
		Imágenes de texto

Principio	Pautas	Criterios
OPERABLE	Accesible mediante el teclado	Teclado
		Sin bloqueos de teclado
	Tiempo suficiente	Tiempo ajustable
		Pausar, detener, ocultar
	Provocar ataques	Umbral de tres destellos o menos
		Evitar bloques
	Navegable	Páginas tituladas
		Orden del foco
		Propósito de los enlaces (en contexto)
		Múltiples vías
		Encabezados y etiquetas
		Foco visible
COMPENSIBLE		Legible
	Idioma de las partes	
	Predecible	Al recibir el foco
		Al introducir datos
		Navegación consistente
		Identificación consistente
	Introducción de datos asistida	Identificación de errores
		Etiquetas o instrucciones
Sugerencias ante errores		
Prevención de errores (legales, financieros, datos)		
ROBUSTO	Compatible	Procesamiento
		Nombre, función, valor

1.3 LA ACCESIBILIDAD WEB EN LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE

La Ingeniería del Software (IS) es una disciplina de la Ingeniería cuya meta es el desarrollo costeable de sistemas software (IEEE, 1990) y comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema informático hasta su mantenimiento mientras éste se emplea.

Para algunos autores como Pressman (2010), en la IS existen tres elementos claves: i) los métodos, ii) las herramientas y iii) los procedimientos. Estos elementos facilitan el control del proceso de construcción de software y brindan a los desarrolladores las bases de la calidad de una forma productiva.

Pressman (2001) define a la IS como la “concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados, y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente.” (p. 199)

La definición expuesta destaca que los estándares establecen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la IS, es decir, la inaplicabilidad de los mismos conlleva a la falta de calidad. En este sentido, se coincide con Sommerville y Sawyer (2005) en que el uso de estándares en etapas tempranas del proceso de construcción de sitios web representa una manera de iniciar un proyecto innovador de desarrollo de software de calidad.

La Ingeniería Web es un rama de la IS aplicada y restringida a entornos web. Ésta surge de la necesidad de lograr enfoques disciplinados y nuevos métodos y herramientas para desarrollar, desplegar y evaluar los sistemas y aplicaciones basados en la web. Además, estos enfoques y técnicas parten de considerar las particularidades del nuevo medio, el contexto y los escenarios operativos y, principalmente, la diversidad de perfiles de usuarios que constituyen desafíos adicionales al desarrollo de aplicaciones web (Pressman, 2010).

En la IS, una de las principales áreas de estudio, desarrollo, experimentación e investigación es la calidad del software (IEEE, 1990; Pressman, 2010), siendo la AW uno de sus criterios.

Desde la IS, la AW, aborda cómo se debe codificar y presentar la información cuando se diseña un sitio para lograr que las personas con o sin alguna discapacidad puedan percibir, entender, navegar e interactuar de forma efectiva con la web, así como también crear y aportar contenido.

Siguiendo lo expuesto en la norma International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission (ISO/IEC 40500:2012 Web Content Accessibility Guidelines WCAG 2.0) (ISO, 2012), las discapacidades se refieren a la falta de visión, audición, a problemas de aprendizaje, limitaciones cognitivas, limitaciones de movimiento, entre otras. Una web accesible entonces, significa que personas con algún tipo de discapacidad podrán hacer uso de ésta. En concreto, se orienta a pautar un diseño web que permita que todos puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la web, aportando a su vez contenidos (WAI, 2025). La mejora de la AW pretende impactar sobre muchos tipos de discapacidades, incluyendo problemas visuales, auditivos, físicos, cognitivos, neurológicos y del habla, entre otros.

Por otra parte, la AW puede contemplarse desde la Ingeniería de Requerimientos (IR). Es decir, en la determinación de la calidad de un producto software, el rol del usuario final es importante, dado que un sistema de calidad debe satisfacer los requerimientos funcionales y no funcionales del cliente. Una aplicación puede

cumplir todos los requisitos funcionales definidos por el cliente, pero si este sistema es difícil de utilizar, el desarrollo puede convertirse en un auténtico fracaso. En Mariño et al. (2012) se abordó la AW como un requerimiento no funcional, y ante lo expuesto, el presente trabajo se focaliza en el análisis de la AW de acuerdo al estándar del W3C aplicado a los productos tecnológicos generados por el equipo, utilizando o no gestores de contenidos. La importancia aquí radica en asegurar el acceso universal a los contenidos disponibles en la web. Así, los resultados obtenidos permitirían reflexionar en torno a las buenas prácticas que deberían instaurarse en la comunidad de desarrolladores a fin de asegurar la generación de contenidos accesibles. Asimismo, la propuesta desplegada en el presente trabajo permite ampliar la categoría “métodos y aplicaciones prácticas” propuesta en Barchini y Sosa (2004).

1.4 ESTÁNDARES DE ACCESIBILIDAD WEB

En la IS, la satisfacción del cliente es fundamental y se representa a través de sus productos y servicios. El software como producto intangible, complejiza la medición de su calidad. Un aspecto a medir en los productos de software es la AW. En este sentido se diseñan estándares, siendo algunos de ellos los definidos por asociaciones particulares. Los estándares de calidad son reglas internacionales que garantizan la calidad de los productos. Las organizaciones que las promueven, constantemente las revisan por lo que están en evolución de acuerdo al campo de aplicación (Mariño y Alfonso, 2019; Mariño, Alfonso y Godoy Guglielmone, 2021).

En lo relativo a estándares y normas de AW se puede referenciar a Varela et al. (2012), Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR, 2020) y W3C (2020) (citados en Mariño, Alfonso y Godoy Guglielmone, 2021), como a continuación se desarrolla:

- Estándares y normas propuestas por AENOR (2020): i) UNE 139803: aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web. ii) UNE 139804: requisitos para el uso de la Lengua de Signos Española en redes informáticas 2007. iii) UNE 66181: calidad de la Formación Virtual. (niveles de accesibilidad web basados en WCAG) 2012. iv) UNE 139802:2009 requisitos de accesibilidad de software. (versión oficial, en español de la norma ISO 9241-171:2008) Accesibilidad del software embebido en páginas web (RIA). v) UNE-EN ISO/IEC 24751:2012 adaptabilidad y accesibilidad individualizada en e-aprendizaje, en educación y formación. Esta Norma Internacional es idéntica a la ISO/IEC 24751-3:2008). vi) UNE-EN 301549:2020: requisitos de accesibilidad para productos y servicios TIC. 2020-04-22. vii) UNE-EN 301549 V2.1.2: requisitos de accesibilidad para productos y servicios TIC. 2020-06-01.

- Estándares y normas propuestas por el W3C (2025): i) WCAG 1.0: *Web Content Accessibility Guidelines* 1999. Accesibilidad del contenido de páginas web. ii) WCAG 2.0: *Web Content Accessibility Guidelines* 2008. Accesibilidad del contenido de páginas web. iii) WCAG 2.1: *Web Content Accessibility Guidelines* 2018. Accesibilidad del contenido de páginas web. iv) *Mobile Web Best Practices* 1.0. *Basic Guidelines*. W3C Recommendation 29 July 2008. v) *Mobile Web Application Best Practices*. W3C Recommendation 14 December 2010 vi) ATAG 1.0: *Authoring Tool Accessibility Guidelines* 2000. Accesibilidad de editores de páginas web. vii) *User Agent Accessibility Guidelines* 2002. Accesibilidad de navegadores web. viii) WAI-ARIA 1.0: *Accessible Rich Internet Applications* 2011. Accesibilidad del software embebido en páginas web. ix) WCAG-EM 1.0 *Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology*. Metodología de evaluación de conformidad de accesibilidad de sitios web. x) EARL 1.0 *Evaluation and Report Language*. Lenguaje e informe de evaluación. xi) ATAG 2.0: *Authoring Tool Accessibility Guidelines*. Pautas de accesibilidad de la herramienta de autor. xii) UAAG 2.0: *User Agent Accessibility Guidelines*. Pautas de accesibilidad para el usuario.

1.5 ESTRUCTURA DEL LIBRO

El libro se organiza en cuatro capítulos. El Capítulo 1, introduce esta línea de I+D+i, cuya implementación es viable en distintos ámbitos. Aquí se amplía la propuesta del Consorcio W3C, que, en tanto organismo internacional, aborda la Accesibilidad a los Contenidos Web, siendo uno de sus objetivos asegurar que los beneficios de la web estén disponibles para todos. En el Capítulo 2, se presenta una síntesis de algunas herramientas informáticas orientadas a evaluar las mencionadas pautas. El Capítulo 3, aborda los modelos, los métodos y las herramientas de la IS tratados en la AW, que se estudian y validan en torno a los casos de estudio abstraídos de distintas situaciones reales. Finalmente, el Capítulo 4 propone a la AW como un tema de connotación social de la IS. De este modo, y como resultado de los trabajos del equipo I+D+i, se presenta el diseño de un modelo para apoyar la formación de recursos humanos centrado en la AW, que articula actividades de investigación, docencia y transferencia. Los resultados obtenidos de actividades de I+D+i son los insumos que orientan la formulación de propuestas de enseñanza, divulgación y transferencia de conocimiento para aportar al acceso universal de los contenidos en la sociedad del siglo XXI.

En tanto declaración de uso de herramientas, es necesario mencionar que en todos los capítulos se utilizó ChatGPT (OpenAI, versión julio 2025) para colaborar en la revisión de estilo y formato de las referencias bibliográficas, en cumplimiento con las normas APA (7.ª edición). Todas las fuentes fueron verificadas manualmente para asegurar su validez.

1.6 REFERENCIAS

AENOR. (s.f.). *Asociación Española de Normalización y Certificación*. <https://www.aenor.com/>

Barchini, G., y Sosa, M. (2004). La informática como disciplina científica. Ensayo de mapeo disciplinar. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 11(2(1)), 1-11.

CIDAT. (s.f.). *Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica*. <http://cidat.once.es/>

Congreso de la Nación Argentina. (2010). *Ley N° 26653. Accesibilidad de la información en las páginas web*. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/175000-179999/175694/norma.htm>

Congreso de la Nación Argentina. (2013). *Reglamentación de la Ley N° 26653*. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/210000-214999/210143/norma.htm>

Presidencia de la Nación Argentina. (2019). *DECTO-2019-656-APN-PTE - Ley N° 26.653. Reglamentación*. <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/325000-329999/328722/norma.htm>

IEEE. (1990). *IEEE STD 610-1990. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*.

ISO. (2008a). *ISO/IEC 9241-171: Ergonomics of human-system interaction: Part 171: Guidance on software accessibility*. International Organization for Standardization.

ISO. (2008b). *ISO/IEC 9241-20: Ergonomics of human-system interaction: Part 20: Accessibility guidelines for information and communication technology (ICT) equipment and services*. International Organization for Standardization.

ISO. (2008c). *ISO/IEC 9241-151: Ergonomics of human-system interaction: Part 151: Guidance on World Wide Web user interfaces*. International Organization for Standardization.

ISO. (2012). *ISO/IEC 40500. Information technology - W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=58625

ISO. (2025). *Organización Internacional de Normalización*. <https://www.iso.org/>

Mariño, S. I., Godoy, M. V., Alfonzo, P. L., Acevedo, J. J., Gómez Solís, L., y Fernández Vázquez, A. (2012). Accesibilidad en la definición de requerimientos no funcionales. Revisión de herramientas. *Revista Multiciencias*, 12(3). <https://produccioncientificaluz.org/index.php/multiciencias/article/view/16913>

Mariño, S. I., y Alfonzo, P. L. (2019, octubre). Calidad en uso en plataformas educativas: estudio centrado en la accesibilidad web. Ponencia presentada en el XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC Argentina.

Mariño, S. I., Alfonzo, P. L., y Godoy Guglilmone, M. V. (2021). Accesibilidad web desde contextos universitarios. *Revista Pasajes*, 12, 1-19. <https://revistapasajes.site/2021/06/numero-12-enero-junio-2021/>

ONTI. (2019). *Disposición 6/2019*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-6-2019-329284/texto>

ONCE. (s.f.). *Organización Nacional de Ciegos Españoles*. <https://www.once.es/>

Pressman, R. S. (2001). *Software engineering: A practitioner's approach* (5th ed.). McGraw-Hill.

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico*. Pearson Education S.A.

Sidar. (s.f.). *Fundación Sidar - Acceso Universal*. <http://www.sidar.org/>

Sommerville, I., y Sawyer, P. (2005). *Requirements engineering: A good practice guide*. John Wiley.

Varela, C., Miñán, A., Hilera, J., Restrepo, F., Amado, H., Córdova, M., & Villaverde, A. (2012). Estándares y legislación sobre accesibilidad web. En *Actas del IV Congreso Internacional ATICA*. Loja, Ecuador.

W3C. (2020). *Consortio World Wide Web. Sobre el W3C*. <http://www.w3c.es/Consortio/>

W3C. (2025). *Sobre el W3C*. <https://www.w3.org/about/>

WAI. (2025). *About W3C WAI*. <https://www.w3.org/WAI/about/>

WLP. (2025). *Web Accessibility Initiative. Web Accessibility Laws & Policies*. <https://www.w3.org/WAI/policies/>

WCAG. (1999). *Web Content Accessibility Guidelines 1.0*. <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>

WCAG. (2008). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>

WCAG. (2024). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2*. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>

WCAG. (2025). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>



CAPÍTULO 2

HERRAMIENTAS SOFTWARE PARA LA ACCESIBILIDAD WEB: EVALUACIÓN AUTOMÁTICA Y DE APOYO AL ACCESO A LA INFORMACIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

Las herramientas de evaluación de la Accesibilidad Web son programas de software o servicios en línea que ayudan a determinar si el contenido web cumple con los estándares de accesibilidad (WAI, 2023). A pesar de que existen herramientas que facilitan la evaluación, ninguna de ellas puede garantizar por sí sola el cumplimiento de los estándares de accesibilidad.

Respecto a la tecnología móvil, se puede considerar accesible cuando cualquier usuario, independientemente de sus capacidades, puede utilizarla en su dispositivo móvil de manera satisfactoria. En cuanto a la interfaz de usuario de portales web o software para dispositivos móviles, debe disponer de una diversidad de componentes para desplegar la información necesaria para que los servicios de accesibilidad del sistema operativo del móvil y los productos de apoyo puedan interactuar correctamente.

En el siguiente punto, se sintetizan algunas herramientas para la revisión automática de la Accesibilidad Web y de apoyo al acceso a la información.

2.2 HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD WEB EN LÍNEA

La información presentada en este punto deriva de los siguientes trabajos previos, y en los cuales es posible ampliar lo aquí detallado: - Alfonso, P.L. y Mariño, S. I. (2017). La Accesibilidad Web como estrategia de calidad en plataformas b-learning. VII Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad em Educação a Distância, EduQ@2017.

-Mariño, S. I., Alfonzo, P. L., y Godoy, M. V. (2020). Medidas de accesibilidad web. Aplicación en una plataforma educativa. *European Scientific Journal*, 16(1), 11-22. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n1p11> - Mariño, S. I y Pagnoni, V. (2021). Accesibilidad Web en Dispositivos móviles. Evaluación de un portal educativo de alcance nacional. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*. 13, 177-194. <https://doi.org/10.46661/ijeri.4606>

A continuación, se desarrollan algunas herramientas orientadas a la evaluación de la Accesibilidad Web.

- Test de Accesibilidad Web (TAW). El validador TAW automatiza la valoración de las pautas WCAG. Esta herramienta comprueba el nivel de accesibilidad alcanzado en el diseño y desarrollo de páginas web; y genera un informe en formato HTML.

Las comprobaciones que realiza TAW se dividen en dos categorías: i) Automáticas. Problemas de accesibilidad que la herramienta detecta por sí sola y que deben ser solucionados; ii) Manuales. La herramienta señala la existencia de un posible problema que se debe verificar.

El informe generado por TAW resume el total de los problemas (indica las correcciones necesarias), las advertencias (determina aspectos a revisar manualmente) y los puntos no verificados (los criterios que requieren un análisis manual completo); y los organiza por los principios: Perceptible, Operable, Comprensible y Robusto.

El informe generado por TAW consta de:

- i. Vista marcada: muestra sobre la página web las incidencias detectadas.
 - ii. Vista detalle: las comprobaciones se agrupan por cada uno de los principios, se muestran las líneas de código donde se detectan las incidencias. A nivel informativo se exponen las técnicas relacionadas con cada una de las comprobaciones.
 - iii. Vista listado: despliega un resumen, agrupado por cada principio, el resultado obtenido en las comprobaciones a nivel de pauta.
- Examinator: es un validador automático de la accesibilidad de una página web, usando como referencia las técnicas recomendadas por las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web 2.0. Otorga puntuación entre 1 y 10 de acuerdo con los errores y aciertos detectados, asignándole una nota y proporciona un informe detallado de las pruebas realizadas. Las pruebas se basan en las técnicas recomendadas por las WCAG y los resultados miden el desempeño de la página con respecto a esas técnicas; y la nota refleja la accesibilidad del contenido. Utiliza distintas fórmulas para obtener los

resultados. Estas fórmulas definen 4 tipos de *test* y el criterio para seleccionar el tipo de *test* a aplicar en cada caso es que debe permitir que la calificación se ajuste a estos valores: i) Muy mal: 1; ii) Mal: 2 ó 3; iii) Regular: 4 ó 5; iv) Bien: 6 ó 7; v) Muy bien: 8 ó 9 y vi) Excelente: 10.

Respecto a la ponderación de las pruebas, en el cálculo se tiene en cuenta la importancia de cada una, por lo tanto, es necesario ponderarlas para que su peso relativo refleje esas diferencias. La Ponderación (P), puede asumir valores entre 0 y 1, y es el producto del grado de Confianza (C) y el Valor relativo de la prueba (V).

El valor de cada prueba (V) se calcula de acuerdo con el nivel del Criterio de Conformidad con que se relaciona la técnica revisada: i) Nivel A: 0.9; ii) Nivel AA: 0.5 y iii) Nivel AAA: 0.1. La Confianza (C) indica la seguridad que se otorga a la prueba de no fallar. Una descripción más detallada de la funcionalidad de la herramienta se puede observar en Benavidez (2012).

2.3 HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD WEB EN PLATAFORMAS MÓVIL

2.3.1 Para el sistema Android

- *Accessibility Scanner*: es una aplicación de validación automática que se instala e integra en las opciones de accesibilidad del móvil. El procesamiento del análisis de la AW brinda una lista de sugerencias para mejorar la accesibilidad del contenido web evaluado por lo que no requiere conocimientos técnicos (Google).
- *Accessibility Test Framework*: es una API que da acceso a las propiedades de accesibilidad de las vistas de la aplicación. Permite incluir criterios de accesibilidad en los *test* automatizados (Google).
- *UI Automator Viewer*: es una herramienta que inspecciona los elementos de la interfaz gráfica. Puede utilizarse para localizar los errores no detectados por medio de otras formas de *testing* (Android).
- *Lint*: es una aplicación integrada en Android Studio. Muestra advertencias sobre posibles problemas de accesibilidad en el código fuente, para identificarlos y resolverlos (Android).
- *Espresso*: es una librería de *test* de accesibilidad para ejecutar *test* automatizados (Android).

2.3.2 Para el sistema iOS

- *Accessibility Inspector*: es una herramienta integrada al entorno de desarrollo XCode. Identifica las propiedades de accesibilidad de los elementos de la interfaz, sus acciones asociadas y su posición en la jerarquía de accesibilidad (Apple).
- *Accessibility Verifier*: genera un informe sobre inconvenientes de accesibilidad detectados automáticamente sobre la aplicación (Apple).

2.3.3 Para el sistema Windows

- *UI Accessibility Checker*: es una herramienta para probar diferentes escenarios, comprobar la exactitud de la información accesible e identificar inconvenientes de accesibilidad en tiempo de ejecución.
- *AccScope*: es una herramienta para chequear la accesibilidad de la aplicación en sus etapas de diseño y desarrollo.
- *Inspect*: muestra los datos de accesibilidad de los componentes de la aplicación, así como los patrones de control. Además, permite analizar la jerarquía de elementos y determinar aquellos que estarán incluidos en la capa de accesibilidad.

2.4 HERRAMIENTAS DE APOYO AL ACCESO A LA INFORMACIÓN

- **Lector de pantalla**: es un software que interactúa con la capa de accesibilidad de la plataforma para conocer datos sobre la aplicación usada y traducir al usuario en formato auditivo o táctil. Posibilita una navegación secuencial y distintos comandos que facilitan la navegación, desplazándose directamente a ciertos contenidos u obviando otros, lo cual facilita encontrar aquél de interés.
- **Magnificador**: es una aplicación para ampliar el tamaño del contenido visualizado. Puede usarse en pantalla completa o pantalla dividida, así una parte de la interfaz se muestra al tamaño habitual para orientar mejor al usuario. También se puede ver que las aplicaciones comunes de esta tecnología se han trasladado a los dispositivos móviles en forma de gestos para poder agrandar imágenes.
- **Texto grande y alto contraste**: son dos características presentes por más tiempo en los teléfonos móviles. Favorece a las personas con baja visión y aquellas que deben leer durante periodos prolongados disminuyendo la fatiga visual.

- **Escala de grises:** es una característica creada para las personas que sufren algún tipo de disfunción visual y les impide distinguir ciertos colores. Convierte la interfaz a una escala de grises, para distinguir claramente los contornos y las formas de los distintos elementos y cualquier texto.
- **Sonido monoaural:** es usual encontrar dispositivos con sonido estéreo, como aquellos certificados con tecnologías como Dolby. Útil para personas que carezcan de audición en ambos oídos, la división del sonido puede resultar en pérdida de información. Por ello, los sistemas ofrecen la posibilidad de utilizar una salida monoaural.
- **Control por voz:** en general, puede ser útil para controlar el dispositivo móvil mediante comandos de voz. Especialmente para aquellos usuarios que por cualquier motivo tienen dificultades para interactuar con el método estándar de entrada del dispositivo, como la pantalla táctil. Especialmente, se ven beneficiados los usuarios que padecen algún tipo de discapacidad motora o aquellos poco habituados a usar la tecnología móvil.
- **Dictado por voz:** brinda la posibilidad de introducir texto a través de la voz es una característica muy usada por las personas. Es útil cuando no se pueden utilizar las manos para escribir debido a ciertas circunstancias, lo que no se limita a usuarios con dificultades motoras, ya que los usuarios con baja visión o ceguera también presentan dificultades a la hora de ingresar texto.
- **Navegación mediante interruptor y por barrido:** para llevar adelante la navegación se utiliza un dispositivo externo de tipo pulsador, para desplazar el foco del sistema a lo largo de la interfaz de manera secuencial, de manera que se activa el elemento deseado cuando posee el foco. La navegación por barrido se realiza de forma similar, la diferencia radica en el método de desplazamiento del foco. El usuario realiza la pulsación o acción de activación cuando el foco está situado en el elemento que desea.
- **Texto predictivo:** está pensado para hacer más rápida la escritura de un texto. En principio se diseñó pensando en los usuarios que tenían problemas de movilidad, pero en la actualidad se ha convertido en una herramienta muy útil y ampliamente extendida.

2.5 REFERENCIAS

- Android. (s.f.). *Android Project*. <https://github.com/topics/android-project>
- Android. (s.f.). *Test apps on Android*. <https://developer.android.com/topic/libraries/testing-support-library/index.html#Espresso>
- Android. (s.f.). *UI Automator viewer*. <https://developer.android.com/training/testing/ui-automator>
- Apple. (s.f.). *Developer Tool. Accessibility Inspector*. <https://developer.apple.com/documentation/accessibility/accessibility-inspector>
- Benavidez, C. (2012). *Carlos Benavidez: Trabajos*. <http://www.carlos-benavidez.com.ar/>
- Examinator. (s.f.). *Validador de la accesibilidad web*. <http://examinator.net>
- Google. (s.f.). *Accessibility-Test-Framework-for-Android*. <https://github.com/google/Accessibility-Test-Framework-for-Android>
- Google. (s.f.). *Google Play: Test de accesibilidad*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.accessibility.auditor>
- Microsoft. (s.f.). *AccScope*. [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dn433239\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dn433239(v=vs.85).aspx)
- Microsoft. (s.f.). *Inspect*. [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd318521\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd318521(v=vs.85).aspx)
- Microsoft. (s.f.). *UI Accessibility Checker*. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/winauto/ui-accessibility-checker>
- TAW. (s.f.). *Validador de accesibilidad web*. <https://www.tawdis.net/>
- WAI. (s.f.). *Evaluating web accessibility overview*. <https://www.w3.org/WAI/test-evaluate/>



CAPÍTULO 3

CASOS DE ESTUDIO EN TORNO A LA ACCESIBILIDAD WEB

3.1 EXPERIMENTACIONES EN TORNO A LA ACCESIBILIDAD WEB

En este capítulo se describen experimentaciones, que constituyen algunos casos de estudio centrados en la revisión y aplicación de métodos y herramientas para la generación de sistemas informáticos. En este sentido, la evaluación y la aplicación de estándares en el diseño y desarrollo de sitios web es una manera de abordar proyectos tecnológicos innovadores con miras a su escalabilidad, en particular los educativos, introduciendo conceptos de la calidad de la Ingeniería del Software (IS) como es la Accesibilidad Web (AW).

De este modo, a continuación, se sintetizan algunas evaluaciones de la AW aplicadas a productos software, en las que se focaliza en la formación de recursos humanos, involucrando estudiantes, becarios, maestrands y docentes-investigadores. Finalmente, el Caso 11 refiere a vinculaciones preliminares en torno a la AW y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Caso 1. La Accesibilidad Web en plataformas *b-learning*

El caso que a continuación se presenta, deriva de los siguientes trabajos previos, y en los cuales es posible ampliar lo aquí detallado: **Alfonzo, P. L. y Mariño, S. I.** (2017). La accesibilidad web como estrategia de calidad en plataformas b-learning. En *Actas del VII Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia (EduQ@2017)* y **Mariño, S. I., Alfonzo, P. L. y Godoy, M. V.** (2015). Directrices de la WCAG 2.0 para asegurar la accesibilidad web en una plataforma educativa. En *Actas del VI Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia (EduQ@2015)*.

Presentación

El *b-learning* ha ofrecido nuevas oportunidades a los desafíos de la Educación Superior, posibilitando el diseño de acciones formativas presenciales y virtuales. Los modelos pedagógicos sustentados en esta modalidad han revolucionado los procesos de aprendizaje, por lo que las plataformas educativas que median procesos de aprendizaje deben ser evaluadas según las pautas de la AW, para garantizar una amplia audiencia sostenible en el tiempo y dar respuesta a las demandas de un entorno en constante cambio y evolución, atendiendo a los destinatarios y a la difusión del conocimiento.

La aplicación de las Pautas de Accesibilidad a los contenidos Web permite disponer de contenidos accesibles destinados a una diversidad de sujetos con discapacidad. Por lo expuesto, se considera de importancia contemplar los estándares internacionales para evaluar la calidad de un producto software, siendo uno de los referentes la accesibilidad. Y es por lo que en este caso se presentan las experiencias de evaluación automática de la AW en plataformas educativas con dos herramientas de software ampliamente utilizadas como instrumentos del modelo pedagógico *b-learning*: *Examinator* y TAW.

Resultados y conclusiones

Evaluación a través de *Examinator*

Se aplicó el validador automático *Examinator* a la página principal de una plataforma educativa de software libre. El estudio se basó en las pautas definidas por la WCAG 2.0 (WCAG, 2008), siguiendo el estándar propuesto por el W3C (Alfonzo y Mariño, 2017).

Cada prueba realizada por el validador se relaciona directamente con una técnica o fallo determinado por las WCAG 2.0, donde las barreras de accesibilidad aumentan en proporción directa al número de errores. La herramienta *Examinator*, en este sentido, otorga una calificación a cada comprobación: Excelente (10), Muy Bien (8 ó 9), Bien (6 ó 7), Regular (4 ó 5), Mal (2 ó 3) y Muy Mal (1) (Benavidez, 2012).

La puntuación global obtenida en el caso de estudio fue 7.8, lo que indica una calificación relativamente alta. Teniendo en cuenta los criterios que se destacan por su incumplimiento, se observó el resultado obtenido al pulsar sobre la ficha “Muy Mal”, detectando el uso del atributo HTML para controlar la presentación del texto.

Una recomendación de mejora implicaría utilizar hojas de estilo o *Cascading Style Sheets* (CSS) para controlar la presentación visual del texto, permitiendo a las aplicaciones de usuario modificar las características, de acuerdo con las necesidades.

Además, se observó el cumplimiento de algunos criterios que poseen una valoración de excelente como:

- Uso de los elementos de encabezado, debido a que garantiza que las secciones tengan encabezados identificatorios, indicando la organización del contenido y facilitando su navegación.
- No uso de atributos para controlar la presentación visual, debido a que facilita la interacción de las ayudas técnicas con el contenido, separando éste de su presentación.
- Presencia de una alternativa textual en todas las imágenes; el texto cumple la misma función que la imagen en la página.
- Identificación del idioma principal de la página con el código “es”, siendo importante para que las ayudas técnicas y las aplicaciones de usuario convencionales puedan procesar los textos con mayor fidelidad.
- Presencia del elemento *title* en la página para representar al documento.

La herramienta *software* proporciona la ficha “Tablero”, que detalla las pruebas realizadas y los resultados obtenidos de acuerdo a la ponderación asignada a cada criterio, en el caso del puntaje obtenido (7.8).

Por otra parte, las pruebas reciben puntajes asociados al impacto de las distintas discapacidades de los usuarios, es decir, informan el nivel de accesibilidad para determinada discapacidad. En el caso de estudio sobresale la limitación identificada como “de los miembros superiores” con un puntaje de 9.3 (Tabla 2), mientras que las demás limitaciones obtuvieron similar puntaje.

Tabla. 2. Puntaje y prueba según el impacto en las discapacidades/limitaciones.

Limitación	Puntaje	Pruebas
Total para ver	7.4	16
Grave para ver	7.8	14
De los miembros superiores.	9.3	9
Para comprender	7.2	9
Derivadas de la edad	7.8	13

Del análisis se deriva el incumplimiento de los criterios propuestos por los estándares internacionales en el desarrollo de la plataforma educativa seleccionada.

Evaluación a través de TAW

Se aplicó también el validador automático TAW, de acuerdo con las pautas definidas por la WCAG 2.0 (WCAG, 2008), (Mariño et al., 2015).

Aquí se evaluó la página inicial de la plataforma educativa elegida, en la que cada criterio puede asumir los siguientes valores: SÍ, NO, R/C, N/A. El significado asignado a los valores es: i) SÍ: el validador verifica el cumplimiento del criterio evaluado; ii) NO: no se verifica el cumplimiento del criterio; iii) RC: requiere corrección, es decir, el validador determina la ausencia del cumplimiento del criterio factible de solucionar modificando el código de la plataforma y iv) N/A: indica que el criterio no es evaluado por la herramienta elegida, puesto que no la implementa.

La plataforma evaluada, según se visualiza en las Figuras 1, 2, 3 y 4, carece de diversos criterios de Perceptibilidad, dado que se ha detectado que requiere un 35,71% de revisión de sus contenidos (R/C), mientras que no aplica (N/A) las pautas en un 50% y el restante 14,29% no cumple (NO) lo establecido. La Operabilidad de la plataforma es un 8,33% satisfactoria, mientras que el 91,67% requiere revisión. Respecto a aspectos de Comprensibilidad, aplica satisfactoriamente un 20%. La evaluación de la Robustez ha determinado la carencia de consistencia y fiabilidad de los contenidos presentados.

Figura 1. Evaluación criterio de Perceptibilidad

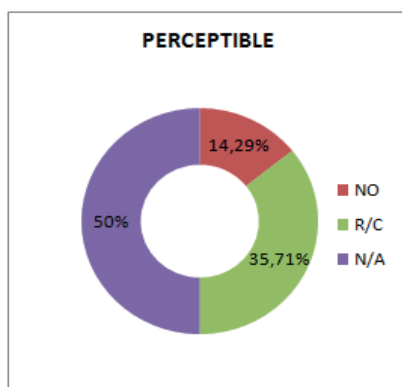


Figura 2. Evaluación criterio de Operabilidad

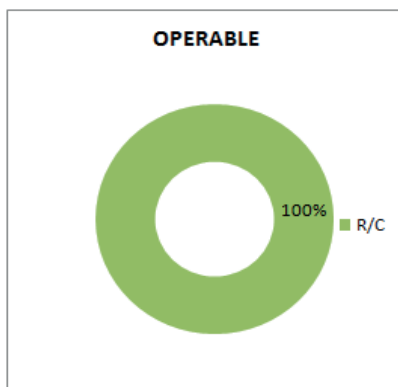


Figura 3. Evaluación criterio de Comprensión

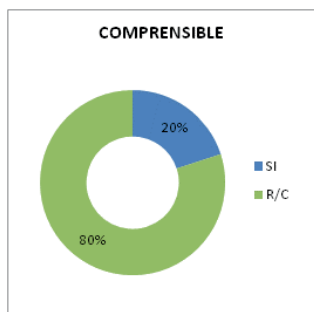
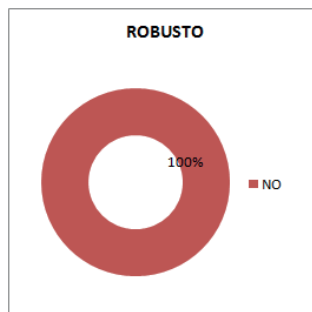


Figura 4. Evaluación criterio de Robustez



Caso 2. Accesibilidad en dispositivos móviles

El análisis relativo a este caso deriva del trabajo presentado en **Jara, M. J., Godoy, M. V. y Mariño, S. I. (2015)**. Accesibilidad en dispositivos móviles: Estudio de aplicaciones orientadas a educación primaria. En *Actas del Congreso sobre Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2015)*, en el cual es posible ampliar lo aquí detallado.

Presentación

La irrupción de los dispositivos móviles en la sociedad del conocimiento, tanto de teléfonos inteligentes como de tabletas, ha supuesto un fenómeno similar a los celulares en la década pasada. Su éxito está asociado, en gran parte, al auge de las redes sociales y la necesidad de los usuarios de estar permanentemente conectados, En el siguiente caso, se analizaron dos aplicaciones móviles educativas para Nivel Primario destinadas al aprendizaje del idioma inglés: *Funland* y *Bud's First Words*.

Resultados y conclusiones

En el análisis y la cuantificación de los resultados se ha seguido un método cuantitativo. En primer lugar, se llevó a cabo el análisis de cada subcriterio en función del grado de severidad y frecuencia; y, en segundo lugar, en la penalización de las barreras, se han ponderado con más intensidad la severidad que la frecuencia con que ésta aparece. El motivo es que la severidad tiene mayor impacto que la frecuencia con la que el niño se encuentra al utilizar la aplicación, por lo que se ha

optado por elevar al cubo la severidad y al cuadrado la frecuencia, reflejando así el impacto que produce cada variable, traduciéndolo al nivel de penalización de cada barrera para los criterios analizados.

Por otro lado, para el cálculo de la media de las penalizaciones de cada criterio, según los subcriterios analizados, se ha optado por un método que permite ponderar el impacto, dentro de las cuales existen las que tienen un gran, bajo o nulo impacto. Dado que el objetivo primordial es reflejar el impacto que el incumplimiento de algunos criterios puede tener en la limitación del acceso y uso de la aplicación para algunos niños, se han sobre ponderado los niveles de incumplimiento más altos en el cálculo de las medias de las penalizaciones.

$$\text{Media de Penalizaciones} = \text{Nivel de Penalizaciones } (S^3 F^3) \sqrt[3]{\text{(Promedio)}}$$

Finalmente, las penalizaciones se normalizan a un valor de 0 a 10 para ofrecer una puntuación del grado de cumplimiento de la media. De cara a la publicación de los resultados, se ha realizado una traducción de la puntuación del grado de cumplimiento a un sistema de estrellas. El análisis técnico permite otorgar hasta cinco estrellas y los resultados de la experiencia del niño, otras cinco:

0 estrellas: puntuaciones de 0 a 4,49, recurso completamente inaccesible.

1 estrella: puntuaciones de 4,5 a 6,49, nivel de accesibilidad muy deficiente.

2 estrellas: puntuaciones de 6,5 a 7,99, nivel de accesibilidad deficiente.

3 estrellas: puntuaciones de 8 a 8,99, nivel de accesibilidad moderado.

4 estrellas: puntuaciones de 9 a 9,49, nivel de accesibilidad bueno.

5 estrellas: puntuaciones de 9,5 a 10, nivel de accesibilidad excelente.

Por otra parte, en lo que se refiere a la puntuación global por criterio, también se estableció una escala final de puntuación normalizada, que indica en cada caso el grado de incumplimiento del criterio:

Barrera leve o ausencia de barrera: puntuación entre 9 y 10.

Barrera moderada: puntuación entre 6,5 y 8,99.

Barrera grave: puntuación entre 0 y 6,49.

A continuación, se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas a partir del método descripto:

Aplicación *Funland*: el nivel de accesibilidad de la aplicación *Funland*, con respecto al análisis técnico, se calificó como bueno y se detectaron deficiencias significativas en los siguientes criterios: accesibilidad del sistema, imágenes, sonido en la etapa de ejecución, estructura en la etapa de inicio y organización de la interfaz. En el nivel de accesibilidad de la experiencia de los usuarios, se concluye que es una aplicación inaccesible, dado los numerosos inconvenientes y sólo se encuentra apto para aquellos niños sin discapacidad.

Aplicación *Bud's First Words*: el nivel de accesibilidad de la aplicación *Bud's First Words*: a partir del análisis técnico, calificó como excelente, ya que carece de deficiencias significativas en los criterios analizados. Con respecto al nivel de accesibilidad de la experiencia de los usuarios, se percibió que la aplicación tiene un nivel moderado, dado que guía a los usuarios con discapacidad visuales a través del sonido, una característica significativa con respecto a la aplicación comparada. Presenta una estructura más organizada e interactiva, permitiendo a los niños una fácil navegación.

Asimismo, los resultados obtenidos indican el incumplimiento de algunos criterios propuestos por los estándares internacionales, a los efectos de garantizar el acceso a los contenidos a aquellos usuarios que presenten alguna discapacidad.

Caso 3. Modelo de proceso *software* aplicado a la revisión de la Accesibilidad Web en desarrollos basados en IDE

El análisis relativo a este caso deriva del trabajo presentado en **Duarte, P., Mariño, S. I., Alfonso, P. L., y Godoy, M. V.** (2015). Modelo de proceso software aplicado a la revisión de la accesibilidad web en desarrollos basados en IDE. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 3(4), 177–182, en el cual es posible ampliar lo aquí detallado.

Presentación

En el siguiente caso, se describe un modelo de proceso de *software* incremental que incluye como aspecto relevante la Accesibilidad Web (AW), considerada ésta como un atributo de la calidad del *software* y un requerimiento no funcional de la Ingeniería del *Software*. Para ello, se expone el método propuesto y su validación en una solución tecnológica generada por un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) para la determinación de su accesibilidad.

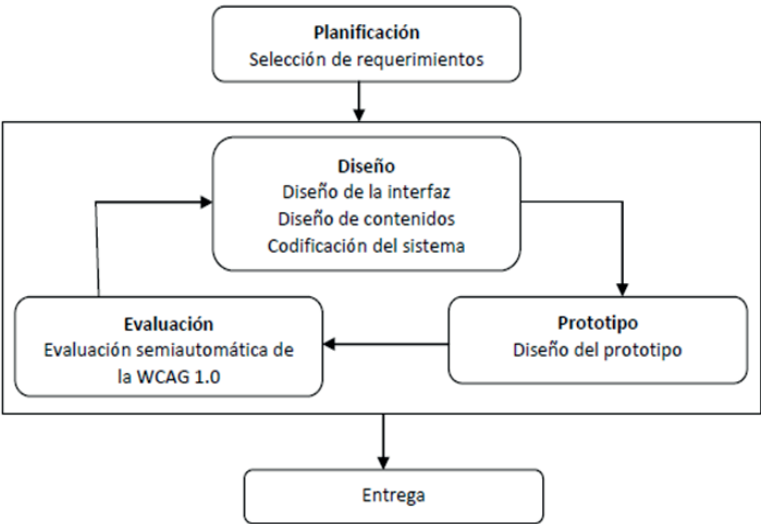
Un IDE es un entorno o marco de trabajo para la mayoría de los lenguajes de programación. Contiene un editor de código, un compilador y un depurador, entre otros. El desarrollo de aplicaciones generadas a través de un IDE se debe reforzar integrando estándares de calidad, siendo uno de ellos la accesibilidad, a fin de obtener una descripción más completa y de mayor calidad en el producto, y atendiendo a que Internet se consolidó en los últimos tiempos como la red global de información y dejó de tener un uso reservado para algunos actores de la población para pasar a ser de uso masivo.

En este marco, a continuación, se evalúa la AW en el caso de una aplicación educativa construida con un IDE.

Resultados y conclusiones

Para evaluar la AW, se diseñó e implementó un modelo de proceso, como lo indica la Figura 5, y se definieron fases iterativas: Diseño, Prototipo y Evaluación. Se parte de entender que la evaluación de AW debe ser constante a través de sus prototipos en etapa de desarrollo, para corregir errores de accesibilidad desde etapas tempranas del mismo. La evaluación al finalizar el desarrollo implica altos costos en las correcciones, es decir, es más económico corregir un error en etapas tempranas que rediseñar completamente el sistema informático.

Figura 5. Modelo de proceso de desarrollo.



Nota: Fuente: Duarte et al., 2015.

A fin de validar la propuesta de modelo de proceso de *software* con la inclusión de la AW descrita, se exponen los resultados logrados al finalizar la realización de una solución tecnológica descrita en Duarte et al. (2015).

Además, y con el propósito de detectar errores desde etapas tempranas de desarrollo del *software*, centrado en un requerimiento no funcional como la Accesibilidad Web, se describen los resultados derivados de la aplicación del proceso de desarrollo descrito anteriormente. A pesar de que no todos los criterios de accesibilidad pueden ser evaluados de forma automática, los resultados obtenidos por estos métodos proporcionan indicadores que permiten un diagnóstico inicial del sitio web analizado (Mariño et al., 2012).

Evaluación a través de TAW

De acuerdo con lo anterior, se consideró la pertinencia de TAW para la evaluación, ya que permite analizar páginas individuales o sitios web completos, configurando el ámbito del análisis y los puntos de verificación a comprobar. Es decir, en:

- **Ámbito del análisis:** se indican los parámetros de exploración consistentes en tipología de enlaces (seguir enlaces dentro de un directorio o un dominio, seguir todos los enlaces o no seguir ninguno), niveles a analizar y número máximo de páginas.
- **Configuración de pautas:** se eligen los puntos de verificación a comprobar en el análisis de las páginas. Se puede escoger un conjunto predefinido de puntos de verificación según los niveles de accesibilidad o crear un conjunto personalizado.

También permite la creación de comprobaciones personalizadas introduciendo una expresión regular o utilizando un asistente.

La Tabla 3 muestra una síntesis del análisis, donde se identifican el número de problemas encontrados durante el análisis de la AW aplicado a las páginas y detectado automáticamente, y aquellos que deben revisarse manualmente. De los errores encontrados se infiere la necesidad de abordar una evaluación en profundidad, es decir, desde las interfaces de inicio de la aplicación hasta aquellas asociadas a la finalización de una determinada opción. Por ejemplo, desde el registro de un usuario hasta el pago de una cuota de un alumno determinado.

Tabla 3. Síntesis del análisis efectuado con TAW3.

Módulos	Prioridad	Revisión Automática	Revisión Manual
Login	A	1	42
	AA	13	26
Hom	A	1	73
	AA	41	56
Cursos	A	21	167
	AA	64	110
Instancias de Cursos	A	42	519
	AA	224	166
Docentes	A	11	235
	AA	102	111
Alumnos	A	21	371
	AA	147	137
Pagos	A	22	334
	AA	147	143
Inscribir alumnos	A	2	273
	AA	154	140
Registrar Pagos	A	1	249
	AA	137	134
Facturas	A	21	297
	AA	128	139
Usuarios	A	7	133
	AA	66	90
Perfiles	A	7	110
	AA	54	79
Informes	A	1	87
	AA	44	65

Nota. Esta tabla fue tomada de Duarte et al., 2015.

Los resultados demuestran como principales problemas detectados: ausencia de etiquetas alternativas para identificar los elementos no textuales, y falta de organización del documento de forma que pueda ser leído sin hoja de estilo y asegurarse que las páginas sigan siendo utilizables cuando se desconecten o se carezca de soporte de *script*, *applets* y otros objetos programados. Lo expuesto implicaría el incumplimiento de algunos de los aspectos técnicos propuestos por la W3C, los cuales fueron corregidos posteriormente.

La ejecución del proceso de desarrollo propuesto para evaluar la accesibilidad a los contenidos web a través del estudio abordado permitió verificar que, aun cuando los IDE brindan alternativas para agilizar el prototipado y el desarrollo rápido, carecen de determinados aspectos de calidad, como por ejemplo incluir en sus plantillas el aseguramiento del cumplimiento de algunos criterios de la AW.

Caso 4. Mantenimiento del software aplicado en sitios web accesibles

El análisis relativo a este caso deriva del trabajo presentado en **Mariño, S. I., Gallardo, J. y Alfonso, P.** (2019). Mantenimiento del software: Aspectos aplicados en sitios web accesibles. En *Actas del Congreso Internacional de Ciencias de la Computación y Sistemas de Información (CICCSI 2019)*. Argentina, en el cual es posible ampliar lo aquí detallado.

Presentación

El ciclo de producción del *software* puede presentarse en distintos modelos de procesos y en todos ellos se incorpora el mantenimiento como un aspecto fundamental. El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, 1993) define al mantenimiento del *software* (MS) como la modificación de un producto software, después de su entrega para corregir fallos, mejorar el rendimiento u otros atributos, o para adaptar el producto a otro entorno. Respecto al mantenimiento del *software* (MS), en el IEEE se establecen los siguientes tipos: i) Mantenimiento adaptativo: modificación de un producto de software que se realiza después de su entrega para mantener un programa operativo mientras se cambia el entorno de producción; ii) Mantenimiento correctivo: modificación de un producto software realizado después de su entrega para corregir fallas encontradas; iii) Mantenimiento de emergencia: implica un mantenimiento correctivo no programado, ejecutado para mantener un sistema operacional; iv) Mantenimiento perfectivo: modificación de un producto software después de su entrega para mejorar su rendimiento o mantenibilidad. Actualmente, existe un gran interés en la incorporación de pautas de calidad en el

desarrollo de software, que impulsen la interacción y fomenten la inclusión digital de los individuos independientemente de sus capacidades. De esto se trata la AW, la cual se ha convertido en varios países del mundo en una preocupación.

En este caso se presenta una experiencia de Mantenimiento Correctivo, aspectos tendientes a asegurar la calidad del software, en particular la AW, a fin de generar productos tecnológicos de calidad y permitir la inclusión digital de los individuos independientemente de sus capacidades.

Resultados y conclusiones

En la experiencia, se adaptó un proceso iterativo, con miras a incluir en los sucesivos incrementos mejoras en torno a la AW. Para ello se aplicó un evaluador automático que, además de indicar el puntaje, proporciona un detalle de las dificultades referentes a la AW localizadas. Es así como estas determinaciones permiten mejorar el código del desarrollo web y así, a través de sucesivos incrementos, aplicar detalladamente las pautas de accesibilidad para el contenido en la web (WCAG 2.0).

En este sentido, se aplicó el proceso iterativo a la página principal y de catálogo de productos de un sitio *e-commerce*. Además, se realizaron las evaluaciones de la Accesibilidad de acuerdo a las WCAG 2.0 Nivel A. El análisis de las pautas de accesibilidad para el contenido web WCAG 2.0, determinó un puntaje global de 4.9 en la página principal del sitio evaluado, además de las puntuaciones obtenidas de acuerdo con el tipo de discapacidad. Una vez identificado el código se procedió al mantenimiento correctivo necesario.

Las Tablas 4 y 5 resumen los errores detectados en la página principal y la página de catálogo de productos respectivamente, del sitio *e-commerce* analizado, en las sucesivas iteraciones realizadas.

Tabla 4. Análisis de errores detectados en la página inicial.

Iteraciones	Número de pruebas	Excelente	Regular	Mal	Muy Mal	Puntaje
Iteración 1	17	6	1	8	2	4.8
Iteración 2	17	6	1	10	0	5.1
Iteración 3	12	9	1	2	0	7.9

Tabla 5. Análisis de errores detectados en la página de catálogo de productos.

Iteraciones	Número de pruebas	Excelente	Regular	Mal	Muy Mal	Puntaje
Iteración 1	15	8	2	2	3	6.3
Iteración 2	14	9	2	2	1	7.3
Iteración 3	13	11	2	0	0	9.0

Finalizadas tres iteraciones, el mantenimiento correctivo en el código de las páginas que componen el sitio, permitió lograr el “Nivel A” de los requisitos de conformidad establecidos por la WCAG 2.0. Se observó una puntuación de 10 puntos, de acuerdo con las métricas brindadas por el validador automático seleccionado.

Es importante considerar que se expusieron los resultados de aplicar evaluaciones sucesivas en sólo dos páginas, por lo que sería necesario continuar con la indagación empírica para desarrollar aquellos requerimientos que permitan lograr el cumplimiento del Nivel A en la totalidad del sitio web.

Caso 5 Accesibilidad Web vinculado a la gestión de recursos físicos

El análisis relativo a este caso deriva del trabajo presentado en **Bordón, J. M., Alfonso, P. L. y Mariño, S. I.** (2019). Criterios de calidad del software: Un enfoque de accesibilidad web vinculado a la gestión de recursos físicos. En *Actas del Congreso Internacional de Ciencias de la Computación y Sistemas de Información (CICCSI 2019)*, Argentina, en el cual es posible ampliar lo aquí detallado.

Presentación

En los últimos años se ha observado un incremento en el uso de las TIC y de la multiplicidad de soluciones orientadas para facilitar el manejo, el acceso y la difusión de la información. Cada vez es mayor el número de personas e instituciones que integran la tecnología al trabajo y al quehacer cotidiano. El uso de TIC y su implementación en las instituciones contribuye a incrementar su inteligencia organizacional.

Las asignaciones de recursos en cualquier organización dejan de ser un problema trivial cuando los recursos son limitados y las necesidades cambian. Una problemática de las instituciones educativas es la asignación de espacios

físicos. Las asignaciones, se logran mediante la toma de decisiones, que surgen de comparar las disponibilidades edilicias, las capacidades áulicas, los horarios solicitados, entre otros, siendo estas decisiones las más tolerables para que la institución pueda llegar a su correcto funcionamiento.

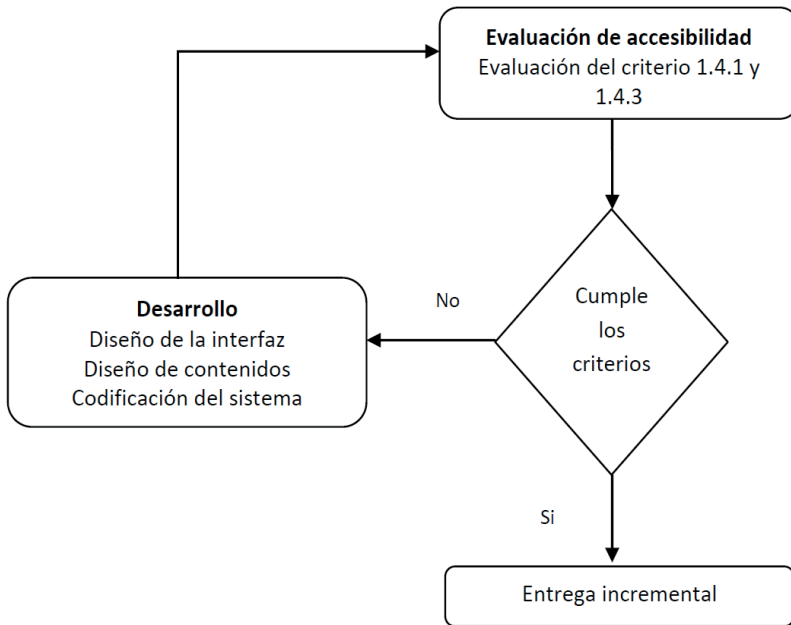
En el desarrollo Web, los requerimientos pueden complementarse con la integración de estándares de accesibilidad a los efectos de generar productos de calidad, así la inclusión de estos estándares en etapas tempranas del proceso de elaboración de sitios web, constituye una manera de construir software de calidad.

Lo relativo al desarrollo de este caso, puede aportar al ámbito universitario, mediante el diseño y desarrollo de una herramienta software parametrizable orientada a la gestión de recursos físicos, como ser las aulas y laboratorios de informática, considerando en etapas temprana de su construcción criterios relacionados con la AW, en particular con accesibilidad visual y de esta manera contribuir a la inclusión social de los e-ciudadanos.

Resultados y conclusiones

En esta experiencia se diseñó y construyó un *software* que automatiza la gestión de recursos físicos en un contexto universitario, aplicando criterios relacionados con la accesibilidad visual, para lo cual se utilizó un proceso iterativo e incremental. Este proceso, como se muestra en la Figura 6, se aplica al finalizar cada incremento y la posterior modificación del código necesario para mejorar los criterios relacionados con la accesibilidad visual.

Figura 6. Proceso iterativo de evaluación de la AW



Las páginas desarrolladas se categorizan según el usuario con perfil “público” y perfil “Bedel” (usuario registrado encargado de realizar las reservas), y consideradas para proporcionar una solución acorde con las necesidades y requerimientos edilicios demandados por las distintas carreras dictadas en una determinada unidad académica.

Un sitio web debe cumplir una serie de características para satisfacer los requerimientos de accesibilidad visual, en particular la percepción visual en cuanto al color, es decir, dar cumplimiento del criterio 1.4.1 Uso del color (Nivel A) y 1.4.3, que especifica un contraste mínimo en el texto (Nivel AA), de acuerdo con las WCAG 2.0. En la Tabla 6 se mencionan algunos beneficios de implementar los mencionados criterios.

Tabla 6. Beneficios de cumplimentar los criterios 1.4.1 y 1.4.3.

Criterio 1.4.1. Uso del color	Criterio 1.4.3. Contraste mínimo
• Usuarios con visión parcial a menudo experimentan una visión limitada del color. • Algunos usuarios mayores no puedan ver bien el color. • Los usuarios con daltonismo se benefician cuando la información transmitida por color está disponible de otras formas visuales. • Es posible que las personas que utilizan pantallas de solo texto, color limitado o monocromo no puedan acceder a información dependiente del color. • Los usuarios que tienen problemas para distinguir entre colores pueden buscar o escuchar señales de texto.	• Las personas con baja visión pueden tener dificultades para leer textos que no contrastan con su fondo. Proporcionar una relación de contraste de luminancia mínima entre el texto y su fondo puede hacer que el texto sea más legible incluso si la persona no ve la gama completa de colores.

Por lo expuesto, se utilizó el proceso propuesto en la Figura 6 a las páginas mencionadas anteriormente al finalizar cada incremento; y se procedió a la posterior modificación del código necesario para cumplimentar con los requerimientos de accesibilidad visual establecidos. Este proceso se iteró hasta lograr una página totalmente accesible. La Tabla 7 presenta los incrementos realizados.

Tabla 7. Incrementos realizados y evaluación de criterios relacionados con la accesibilidad visual.

Incrementos	Desarrollo	Criterio 1.4.1 Uso del color (revisión manual)	Criterio 1.4.3 Contraste mínimo (revisión automática)
Incremento 1	Página de disponibilidad de aulas	Cumple el criterio	Cumple el criterio
Incremento 2	Página de filtro y búsqueda de aulas	Cumple el criterio	Cumple el criterio
Incremento 3	Página de un aula específica	Cumple el criterio	Cumple el criterio
Incremento 4	Página de reserva de aulas	Cumple el criterio	Cumple el criterio

En concreto, se presentó el diseño y desarrollo de la herramienta software parametrizable orientada a la gestión de recursos físicos y su posible implementación en una unidad académica. En la misma, se consideraron criterios relacionados con la accesibilidad visual en etapas temprana de su desarrollo para de esta manera lograr un producto de software calidad y contribuir a la inclusión social de los *e-ciudadanos*. Las implementaciones realizadas permiten expresar que se dispone de un producto software útil, fiable y accesible de acuerdo a los criterios considerados.

Por lo expuesto es menester que los equipos desarrolladores validen y apliquen los cambios necesarios a fin de asegurar la igualdad de acceso a la información.

Por otra parte, la experiencia permitió mostrar la relevancia de continuar tratando procedimientos metodológicos y tecnológicos para potenciar esta línea de investigación: la Accesibilidad Web, focalizada en la accesibilidad visual. A la vez, avanzar en el desarrollo, implementación y difusión de estos temas, permite disponer de propuestas teóricas, con una utilización práctica y efectiva de los conceptos reflejados en artefactos software.

Caso 6. Propuesta metodológica de estudios de AW basada en ISBE

El análisis relativo a este caso deriva del trabajo presentado en **Mariño, S. I., & Alfonso, P. L.** (2022). Automatic Web accessibility evaluation process. Case study. *Espiraes Revista Multidisciplinaria de investigación*, 6(42). <https://doi.org/10.31876/er.v6i42.824>.

Presentación

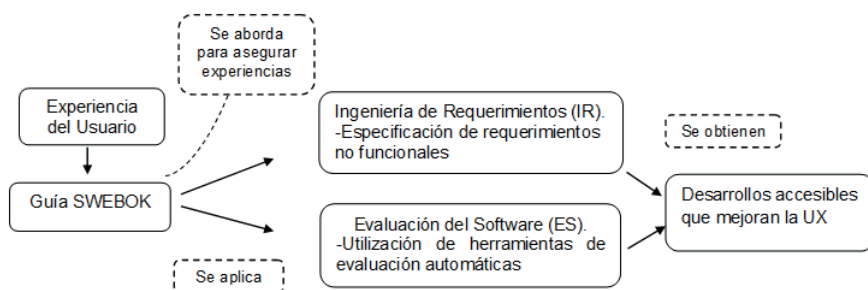
Partiendo de considerar que la Accesibilidad Web, es un tema de connotación universal, que emerge como un aspecto impostergable debido a la digitalización incrementada por el aislamiento social, preventivo y obligatorio causada por la pandemia de COVID-19 y que puede abordarse desde distintas aristas (aspectos ingenieriles-tecnológicos o cuestiones sociales y profesionales), se presenta a continuación un proceso centrado en la validación automática. Concretamente, el estudio se realiza a las páginas iniciales de una muestra de 13 sitios construidos para resolver situaciones problemáticas específicas.

Resultados y conclusiones

Para el abordaje de este caso, se tomaron determinadas referencias teóricas, específicas del campo de la Ingeniería del Software en vinculación con la Accesibilidad Web representadas en la Figura 7 y como a continuación se describe:

- Delimitación de áreas de conocimiento de la guía *SWEBOK* integradas en la propuesta. De las áreas de conocimiento de la Ingeniería del Software se optaron por las denominadas: Requerimientos del *Software* (RS) y Evaluación del *Software* (ES). El RS, se seleccionó para asegurar que la AW se incluya como requerimiento no funcional y la ES centrada en la evaluación de la AW como un aspecto de la calidad del software, en particular para verificar el cumplimiento del estándar elegido. El área de conocimiento Requerimientos del software, se ocupa de la obtención, el análisis, la especificación y la validación de los requisitos de software, así como la gestión de los requisitos durante todo el ciclo de vida del producto de software. Los requerimientos expresan las necesidades y restricciones impuestas a un producto *software* que contribuyen a la solución de algún problema del mundo real (Bourque y Fairley 2014). La Evaluación del Software consiste en la verificación de que un programa proporciona los comportamientos esperados en un conjunto finito de casos de prueba, seleccionados adecuadamente del dominio de ejecución (Bourque y Fairley 2014). En este estudio, se orientan a casos de prueba respecto al cumplimiento de pautas de WCAG 2.0.
- Identificación y análisis del estándar WCAG 2.0 relacionados con la AW para determinar niveles de accesibilidad en distintos productos software y así sugerir y/o aplicar mejoras.
- Determinación de modelos, métodos y procedimientos de AW. En la literatura se establecen diversos modos de proceder en la evaluación de la AW, se requiere definir los alcances de cada uno de estos recursos, similitudes y diferencias; y la factibilidad de adaptar al contexto, según pautas y criterios descriptos en *Ilunion* (2015) y definidas en las WCAG (W3C, 2022).

Figura 7. Propuesta de abordaje de la Accesibilidad Web.



El desarrollo del proceso de trabajo, constó de las siguientes etapas y actividades:

- Selección del método de Ingeniería del Software Basado en la Evidencia o ISBE (Mariño y Alfonso 2019). Constó de las siguientes etapas: i) Definición; ii) Diseño experimental; iii) Conducción y análisis; iv) Interpretación de los resultados, v) Elaboración del informe.
- Experimentación. En el análisis de la AW, a partir de un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo.
- Descripción de las variables de la investigación relacionadas al objeto de estudio. Se optó por el estándar internacional WCAG (W3C, 2022) para la evaluación de la AW.
- Selección de las herramientas de recolección de los datos, es decir, aquellas para evaluar automáticamente la AW. Entre las que se consideraron: *TAW*, *Hera*, *Examinator*.
- Definición de limitaciones. El estudio experimental, se restringe al uso de un validador automático que comprueba la accesibilidad del código *HTML* de la página elegida. Se pueden aplicar diversos validadores para obtener otros resultados y así facilitar la triangulación de la información.
- Ejecución de pruebas de AW automáticas aplicadas a las páginas web que conforman la muestra y obtención de datos empíricos.
- Estimación de métricas. Se define la métrica *PIC*, que determina el porcentaje de incumplimiento por criterio en los sitios analizados. Es decir, determina los criterios incorrectamente aplicados que son detectados por la herramienta de recolección de datos seleccionada.
- Análisis de resultados. Los hallazgos se sintetizan cuantitativamente aplicando la métrica *PIC*. Adicionalmente la información relevada por cada elemento de la muestra, puede propiciar el mantenimiento de ese sitio web.

El análisis de los resultados determinó que la limitación para comprender es el factor más frecuente, seguido por la limitación de los miembros superiores, la limitación total para ver, la limitación grave para ver y las limitaciones derivadas de la edad. Los hallazgos dan cuenta la necesidad de avanzar en estos estudios, tendientes a concientizar y disminuir las barreras de acceso a la información para asegurar una sociedad del conocimiento inclusiva.

Caso 7. Análisis de AW visual aplicado a un portal de formación docente

El análisis relativo a este caso deriva del trabajo presentado en **Pagnoni, V. K., y Mariño, S. I.** (2022). Accesibilidad web centrada en discapacidades visuales: Estudio empírico longitudinal de un portal de formación docente. En *Actas del Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2022)*, Argentina, en el cual es posible ampliar lo aquí detallado.

Presentación

En este caso, se analiza la Accesibilidad Web (AW) a través de un estudio descriptivo longitudinal desarrollado sobre dos versiones de un portal de formación docente continua disponible en los años 2018 y 2019, enfocado en los usuarios de una localidad del Nordeste Argentino. Para caracterizar la AW de las páginas validadas se aplicaron criterios expuestos por el WCAG 2.0 y WAI-ARIA 1.1. Las evidencias de sendos estudios son objeto de comparación y análisis con la finalidad de conocer el cumplimiento de la AW, en particular se consideró su repercusión en los usuarios con discapacidad visual. Los hallazgos dan cuenta de que la incorporación de cuestiones definidas por el W3C en la actualización del portal posibilitó percepciones más positivas en los usuarios, centradas en el uso del contraste, el tamaño de fuente, el titulado de páginas, la señal visual del foco y el cambio de idioma, elementos que contribuyen a mejorar la accesibilidad web visual. Por ello, se afirma que el uso de estándares favorece efectivamente la AW, lo que da cuenta de la relevancia de fomentar su uso en todo el ciclo de vida de las soluciones informáticas, para conseguir contenidos web más accesibles para todos los usuarios.

Resultados y conclusiones

Comparando los datos sintetizados en distintas tablas en el artículo original, se aprecia que existe una percepción más positiva por parte de los usuarios al validar la segunda versión del portal. Según sus apreciaciones en las Página 1A, Página 2A y Página 3A se mejoró el uso del contraste, el tamaño de fuente, el titulado de páginas, la señal visual del foco y el cambio de idioma, elementos que contribuyen a mejorar la accesibilidad web visual.

La validación realizada corrobora la idea que la segunda versión del portal cumplimenta en mayor medida los estándares de AW. Además, al realizar la comparativa entre las percepciones de los usuarios al ser expuestos a las dos versiones del portal, se evidenció su mejor aceptación al segundo conjunto de páginas web. Existe una notable mejoría de la percepción de los usuarios en diversos aspectos, los cuales permiten acceder a la información de manera más rápida y clara, propiciando que estos desarrollen las formaciones académicas en igualdad de condiciones que los restantes.

Estas mejorías redundan en un mayor acceso a la información, favoreciendo que más personas puedan realizar las formaciones académicas ofrecidas por el portal. Por ello, el estudio reafirma la necesidad de fomentar el uso de estándares en el ciclo de vida de las soluciones informáticas. A la vez, es posible afirmar que la aplicación de estándares de AW, como los definidos por el W3C, en portales educativos mejora la equidad e inclusión educativa de personas con discapacidades, en este caso visuales.

Por ello, se afirma que el uso de estándares favorece efectivamente la AW, lo que da cuenta de la relevancia de fomentar su uso en todo el ciclo de vida de las soluciones informáticas, para conseguir contenidos web más accesibles para todos los usuarios.

Caso 8. Accesibilidad web gestionada desde SIU-Kolla

El análisis relativo a este caso deriva del trabajo presentado en **Gronda, M. L., y Mariño, S. I.** (2019). Propuesta de automatización de auto-percepción de capacidades visuales de estudiantes universitarios. En *Actas del XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)* (Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, 14–18 de octubre de 2019). ISBN 978-987-688-377-1. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/91013> en el cual es posible ampliar lo aquí detallado.

Presentación

En este estudio se presenta un procedimiento diseñado para identificar las capacidades visuales de estudiantes universitarios, dado que estas inciden en el acceso a los contenidos. Particularmente, se diseñó una encuesta en SIU-KOLLA¹ y se integró al sistema SIU-GUARANÍ². Con fines de validación se aplicó el instrumento de recolección de datos en el primer semestre del año 2019.

Resultados y conclusiones

En este caso, se expone una propuesta de automatización de la autopercepción de capacidades visuales de estudiantes universitarios. La encuesta desarrollada en el sistema SIU-KOLLA, se integró al sistema SIU-GUARANÍ y así se logró la vinculación directa con el estudiante, usuario habitual del sistema mencionado. Se seleccionó como objeto de estudio la autopercepción de la capacidad visual para proponer estudios equivalentes a la registrada en la preinscripción vía SIU-GUARANÍ, con la salvedad que en la preinscripción es claramente identificable quien responde y se incorporan una variedad de datos personales. Lo expuesto indica que puede conducir a completar todos los campos obligatorios con datos tipo comodín u observaciones tales como “no tengo discapacidad, pero completo el campo porque si no, no tengo comprobante de preinscripción” u otro de similar tenor.

La muestra constó de 370 personas quienes respondieron en el periodo comprendido desde 1 al 31 de mayo de 2019. Los datos relevados se procesaron y analizaron, y se obtuvieron estos principales resultados: el mayor porcentaje de los estudiantes censados tienen una visión normal (51%), seguidos muy de cerca por estudiantes con problemas de visión moderados (45%) un 4% tiene problemas visuales severos y el 1,07 % otros problemas no especificados. El análisis de las respuestas de los 134 participantes en un total de 8 páginas Web, dan cuenta de la necesidad de proponer estrategias superadoras en torno a la accesibilidad de los contenidos dispuestos en la web institucional.

El procesamiento de los datos relevados muestra que existe una relación inversamente proporcional entre los problemas en la capacidad visual auto percibida y la percepción de calidad del sitio Web evaluado. Además, esta información permitió proponer una taxonomía en torno a las capacidades visuales compuesta de las siguientes categorías: a- Capacidad visual normal, b- Problemas de visión moderados, c- Problemas de visión severos, d- ceguera al color (daltonismo) y e- ceguera.

1. El SIU-Kolla integra el ecosistema del Sistema de Información Universitaria (SIU) y resulta una solución informática que permite generar encuestas de diferente tipo para la realización de censos de opinión o relevamientos de datos que busquen mejorar distintos aspectos del funcionamiento de las instituciones y la vida académica de la comunidad estudiantil y demás actores del sistema universitario. (SIU, s/f)

2. El SIU-Guaraní integra el ecosistema del SIU y es la solución que permite registrar, de manera óptima y segura, las actividades de la gestión académica dentro de una institución desde que una persona se inscribe hasta que egresa. (SIU, s/f)

En referencia a la verificación de la propuesta, la cantidad de respuestas recibidas es alentadora y se podría asociar al anonimato de la encuesta en conjunto con la condición de voluntaria. Se infiere la necesidad de evaluar las páginas web utilizando herramientas y métodos adecuados y mejorar el acceso a la información aplicando aquellos recursos de programación, herramientas y técnicas disponibles en el proceso de desarrollo de recursos educativos.

El desarrollo de este estudio contribuye a destacar la posibilidad de diseñar y ejecutar trabajos de vinculación entre unidades académicas, especialmente en torno a temas de educación superior y acceso con calidad a los contenidos en entornos virtuales.

Para trabajos futuros se entiende como relevante analizar la autopercepción y su vinculación con otras páginas de interés académico tales como los contenidos del material de estudio disponibles en el sitio Web de la Facultad, como así también la evaluación de los hipervínculos sugeridos por los docentes como material de estudio.

Caso 9. Criterios de accesibilidad web en sistemas de gestión: un enfoque centrado en la calidad del software

Criterios de calidad del software: Un enfoque de accesibilidad web vinculado a la gestión de recursos físicos El análisis relativo a este caso deriva del trabajo presentado en **Bordón, J. M., Alfonso, P. L., y Mariño, S. I.** (2020). Product quality software: Web accessibility in the management of university physical resources. *International Journal of Academic Information Systems Research (IJASIR)*, en el cual es posible ampliar lo aquí detallado.

Presentación

La Accesibilidad Web como uno de los criterios de calidad del software- debe ser introducida desde etapas tempranas de diseño y desarrollo. En la sociedad del conocimiento, la AW adquiere relevancia al ser un mecanismo para asegurar el acceso a la información sin restricciones espacio-temporales. Una web accesible implica que el diseño de la interfaz de usuario garantice el acceso universal a los contenidos que muestra.

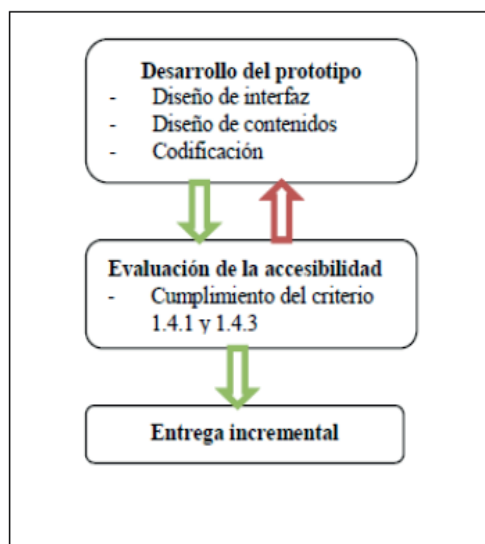
Este caso, describe el desarrollo de una herramienta software parametrizable orientada a la gestión de recursos físicos, como aulas de informática y laboratorios. Para validar la propuesta, el trabajo se centró en la Accesibilidad Visual según el estándar WCAG 2.1 definido por el W3C. Se aplicó un proceso iterativo, que incluye como actividad final de cada incremento el cumplimiento de los criterios de calidad considerados.

Resultados y conclusiones

El trabajo se orientó al diseño y desarrollo de una herramienta software parametrizable para la gestión de recursos físicos, como ser las aulas y laboratorios de informática, considerando, en etapas temprana de su construcción, criterios relacionados con la AW, en particular con accesibilidad visual y de esta manera contribuir a la inclusión social de los *e-ciudadanos*.

Se aplicó el proceso propuesto en la Figura 8. Se realizó por cada incremento un proceso iterativo hasta el cumplimiento de los criterios relacionados con la Accesibilidad Visual considerado en este trabajo. Al finalizar cada incremento se dispone de un software accesible.

Figura 8. Proceso iterativo de evaluación de la accesibilidad.



El sitio web desarrollado debía cumplir una serie de características para satisfacer los requerimientos de Accesibilidad Visual, en particular la percepción visual en cuanto al color. Es decir, dar cumplimiento del criterio 1.4.1 Uso del color (Nivel A) y 1.4.3, que especifica un contraste mínimo en el texto (Nivel AA), de acuerdo a las WCAG 2.1.

A continuación, se mencionan algunos beneficios de implementar los mencionados criterios:

- Usuarios con visión parcial a menudo experimentan una visión limitada del color.
- Algunos usuarios mayores no puedan ver bien el color.
- Los usuarios con daltonismo se benefician cuando la información transmitida por color está disponible de otras formas visuales.
- Es posible que las personas que utilizan pantallas de solo texto, color limitado o monocromo no puedan acceder a información dependiente del color.
- Los usuarios que tienen problemas para distinguir entre colores pueden buscar o escuchar señales de texto.
- Las personas con baja visión pueden tener dificultades para leer textos que no contrastan con su fondo. Proporcionar una relación de contraste de luminancia mínima entre el texto y su fondo puede hacer que el texto sea más legible incluso si la persona no ve la gama completa de colores.

El proceso iterativo e incremental utilizado asegura que al finalizar cada iteración la revisión del cumplimiento de pautas de Accesibilidad Visual siguiendo el estándar WCAG 2.1. Los criterios relacionados con la Accesibilidad Visual en etapas temprana del desarrollo contribuyen a generar un producto de software calidad que aporta a la inclusión social de los *e-ciudadanos*. Las implementaciones realizadas permiten expresar que se dispone de un producto software útil, fiable y accesible de acuerdo a los criterios considerados. Por lo expuesto, es menester que los equipos desarrolladores validen y apliquen los cambios necesarios identificados con el uso de herramientas de revisión de la AW. Así se contribuye en la igualdad de acceso a la información. Por otra parte, se indica la relevancia de continuar tratando procedimientos metodológicos y tecnológicos para potenciar esta línea de investigación: la AW focalizada en la Accesibilidad Visual. Avanzar en el desarrollo, implementación y difusión de estos temas, permite disponer de propuestas teóricas, reflejadas en la utilización práctica y efectiva de los conceptos reflejados en artefactos software.

Caso 10. Guía para evaluación de la Accesibilidad Web Móvil

El análisis relativo a este caso deriva del trabajo presentado en **Pagnoni, V. K., y Mariño, S. I.** (2024). Guía para evaluación de la accesibilidad web móvil. *RIDE*, 15(29), e748. <https://doi.org/10.23913/ride.v15i29.2119> en el cual es posible ampliar lo aquí descrito.

Presentación

La Accesibilidad Web móvil hace referencia a generar sitios Web y aplicaciones más accesibles para usuarios con discapacidad cuando usan dispositivos móviles. Este trabajo tiene por objetivo brindar una herramienta de revisión de la Accesibilidad Web móvil factible de ser utilizada por un experto para evaluar de forma global la Accesibilidad del contenido Web en dispositivos móviles.

Siguiendo a Montoto (2023) se define a una aplicación móvil accesible como las que “todas las personas pueden percibir, comprender y utilizar” (p. 10), sin importar sus discapacidades o limitación temporal. En Torres-Sabroso (2023) se establecen perfiles de discapacidad asociados a los usuarios de aplicaciones móviles: discapacidad sensorial, discapacidad motora, discapacidad cognitiva.

En referencia al hardware usado solo se consideraron las que funcionan bajo el sistema operativo *Android*. Algunas de las herramientas estudiadas y seleccionadas para realizar las pruebas fueron:

- Aplicaciones para la evaluación automática de la AW móvil: *Accessibility Scanner*, *Accessibility Tester*, *axe DevTools Mobile*.
- Aplicaciones de evaluación de la AW móvil semi-automáticas y funciones nativas: *Inspect and Edit HTML Live*, *Gboard*,
- Aplicaciones y funciones pertenecientes a la *Suite* de Accesibilidad de *Android* (*World Wide Web Consortium*, 2015), herramientas propias del dispositivo.

Resultados y conclusiones

El caso que a continuación se presenta, deriva de una investigación descriptiva empírica. Tenía como objetivo generar un instrumento de medición de la Accesibilidad Web móvil de un contenido disponible un sitio Web. Para ello, se diseñó y aplicó una guía de revisión de la AW móvil en una Plataforma Educativa (PE).

En el diseño de la guía de revisión de la AW móvil se eligió el estándar WCAG 2.1. La guía contempló los trabajos de Muncharaz (2019), Mariño y Pagnoni (2020), Pagnoni y Mariño (2021), Torres-Sabroso (2023), Montoto, (2023) y Pagnoni y Mariño (2023), herramientas de evaluación de la AW móvil estudiadas y las características propias de la tecnología móvil. Cada aspecto se evalúa como: Cumple (C) en todos los casos, Medianamente (M) no cumplimenta en el 25% de los casos, Regular (R) no cumplimenta en un 75% de los casos, No (N) no cumplimenta en ninguno de los casos y No Aplica (NA) cuando no se puede evaluar el aspecto.

Para validar la guía de revisión, se seleccionó como objeto de estudio una Plataforma Educativa dirigida a docentes de todos los niveles educativos de cobertura nacional. Un experto validó cinco páginas web de la plataforma en el primer trimestre del año 2024. Se determinó el cumplimiento de numerosos de los aspectos analizados en las páginas evaluadas. Sin embargo, ninguna página cumple en su totalidad los principios establecidos en la WCAG 2.1, existen muchos aspectos pertenecientes a los Niveles de Conformidad A, AA y AAA que no se concretan satisfactoriamente.

Finalmente, la guía constituye una potente herramienta a ser utilizada por desarrolladores para mejorar la AW de sus contenidos accedidos desde dispositivos móviles. Comprende una gama de aspectos pertenecientes a los diferentes principios y Niveles de Conformidad especificados en el estándar WCAG 2.1. Se adicionaron las características propias de los dispositivos móviles, lo que permite validar de manera amplia y completa la AW de un contenido Web en su versión móvil.

Los hallazgos de la evaluación constituyen una aproximación a los criterios de calidad asociada a la AW que se deberían corregir con la finalidad de contribuir a mejorar la experiencia de los usuarios.

Caso 11. Accesibilidad Web y ODS 4.

El estudio se centra en relacionar la Accesibilidad Web y uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con la finalidad de aportar evidencias en torno a distintas iniciativas internacionales que promueven la equidad e igualdad. Algunos trabajos previos se mencionan en **Mariño y Alfonzo (2022, 2024a, 2024b); Bercheñi y Mariño (2025)**.

Resultados

La Organización de Naciones Unidas definió en el año 2015; 17 objetivos, con 169 metas en un plan a 15 años. El objetivo es fomentar la acción en áreas de importancia crítica para la humanidad y el medio ambiente. Estos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tratan áreas de investigación específicas que facilitan la resolución de problemas reales con la finalidad de erradicar la pobreza, proteger el planeta y mejorar la vida y las perspectivas de todas las personas para 2030 (Banco Mundial, s.f.. Miranda Gonçalves, 2023).

El ODS 4, enuncia como Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Por ello, es menester identificar en los primeros estadios universitarios o preuniversitarios

las brechas de acceso, distinguiendo entre materiales e inmateriales, como aporte valioso de una institución de educación superior, tendiente a construir canales de acceso que tiendan a promover el cumplimiento de las metas que se relacionan con:

- Asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria.
- Aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.

Desde la academia se plantea que utilizar las tecnologías de información y comunicaciones puede potenciar el impacto de los programas de formación de capital humano, en el sentido de minimizar costos de accesibilidad, asegurar una cualificación intrínseca que demanda el utilizarlas, colaborando con acrecentar procesos de alfabetización digital, y maximizar el impacto sobre los procesos de formación de manera en-linea y a perpetuidad.

De manera simultánea, el concepto de la Accesibilidad Web, que referencia el acceso universal a WWW independientemente del tipo de hardware, software, infraestructura de red, idioma, cultura, localización geográfica y capacidades de los usuarios, puede abordarse como un desafío desde el ODS 4.

El estándar W3C, definido por la World Wide Web Consortium, se relaciona con la norma UNE 139803: "Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web". En 2012, el WCAG 2.0 se transformó en un estándar internacional ISO/IEC(UNE, 2012).

La Web Accessibility Initiative (WAI) establece las Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) que guían el cumplimiento de este estándar orientado a mitigar las barreras de acceso a la información.

Estos avances disciplinares y tecnológicos maximizan el impacto social y cultural sobre poblaciones vulnerables, y más aún se potencian con el desarrollo de nuevos paradigmas. Es así como se plantea un verdadero desafío para asegurar los derechos de acceso a un mundo digital que potenciaría sus aptitudes y mejoraría su inserción en el mercado laboral.

3.2 REFERENCIAS

Abu Shawar, B. (2015). Evaluating web accessibility of educational websites. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 10(4), 4–10. <https://doi.org/10.3991/ijet.v10i4.4518>

Acosta-Vargas, P., et al. (2018). Challenges to assess accessibility in higher education websites: A comparative study of Latin America universities. In *IEEE Access*, vol. 6, pp. 36500-36508. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8388714>

Alahmadi, T., y Drew, S. (2016). An evaluation of the accessibility of top-ranking university websites: Accessibility rates from 2005 to 2015. In *There and back: Charting flexible pathways in open, mobile and distance education* (pp. 224–233). Hamilton.

Angarita López, R. D., Fernández Morales, F. H., Niño Vega, J. A., Duarte, J. E., y Gutiérrez Barrios, G. J. (2020). Accesibilidad de las revistas colombianas del área de humanidades bajo las pautas WCAG 2.1. *Revista Espacios*, 41(4).

Artesimia, T., Giulianelli, D., Rodríguez, R., y Fernanzer, P. (2012). Sitio web móvil universitario-Priorizando la accesibilidad. *WICC, XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.

Badaracco, N., Alfonzo, P. L., y Mariño, S. I. (2014). Modelización de la asignación de aulas con técnicas simbólicas de la IA como ayuda a la toma de decisiones. *Revista Electrónica Científica de Estudios Telemáticos*, 13(2), 16–35.

Banco Mundial (s.f.) <https://datatopics.worldbank.org/sdgatlas?lang=en>

Bercheñi, V. R., Mariño, S. I. (2025). Brechas digitales persistentes en educación superior. VI Workshop de Innovación y Transformación Educativa

Benavidez, C. (2012). *Carlos Benavidez. Trabajos*. <http://www.carlos-benavidez.com.ar/>

Bootstrap. (s.f.). *Framework de desarrollo web*. <https://getbootstrap.com/>

Bourque, P. y Fairley, R. E. (2014). *SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (Version 3.0)*. IEEE Computer Society. <https://www.computer.org/education/bodies-of-knowledge/software-engineering>

Bud's FirstWords [Aplicación móvil]. (s.f.). Amazon. <https://www.amazon.com/Buds-FirstWords-VocabularyReading/dp/B00E257A48>

Bercheñi, V. R. y Mariño, S. I. (2025). Brechas digitales persistentes en educación superior. WITE, Workshop de Innovación y Transformación Educativa.

Cancelo, F., Cababie, N., Barrera, G. y López De Luise, D. (2009). Un nuevo enfoque para asignación óptima de múltiples recursos. *Universidad de Palermo, ITLab, AIGROUP*.

Cárdenas Tapia, M., et al. (2009). Las TIC en las instituciones de educación superior en México. Caso Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Tepepan.

Casasola Balsells, L. A., et al. (2017). La accesibilidad de los portales web de las universidades públicas andaluzas. *Revista Española de Documentación Científica*, 40(2): e169. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2017.2.1372>

Chamorro, V. A. (2019). Accesibilidad web de cita previa por internet en atención primaria. *Gaceta Sanitaria*, 33(1), 85–88. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.10.008>

Codelgniter. (s.f.). *Framework de PHP*. <https://codeigniter.com/>

Comeaux, D. y Schmetzke, A. (2007). Web accessibility trends in university libraries and library schools. *Library Hi Tech*, 25(4), 457–477.

Comprender el criterio de conformidad 1.4.1: Uso del color. (s.f.). W3C. <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/use-of-color>

Comprender el criterio de conformidad 1.4.3: Contraste (mínimo). <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/contrast-minimum>

De la Rosa Ruíz, D., Giménez Armentia, P., y De la Calle Maldonado, C. (2019). Education for sustainable development: The role of the university in the 2030 agenda transformation and design of new learning environments. *Prisma Social*, (25), 179–202. <https://revistaprismasocial.es/article/view/2709>

Deque. (s/f). *Axe accessibility testing tool*. <https://www.deque.com/axe/>

Duque, N., Flores, J., y Castaño, N. (2014). Accesibilidad en sitios web colombianos. *Ingeniería e Innovación*, 2(1), 34–41.

Duque, P., y Cervantes Cervantes, L. S. (2019). University social responsibility: A systematic review and a bibliometric analysis. *Estudios Gerenciales*, 35(153), 451–464. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.153.3389>

Educación 3.0. (s.f.). 15 apps para aprender inglés en primaria. <http://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/apps-para-aprender-ingles-en-primaria/18978.html>

Gerónimo-Castillo, G. y Rocha-Trejo, E. H. (2007). Edumóvil: incorporando la tecnología móvil en la educación primaria. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 10(1), 63-71.

Filippi, J., Lafuente, G., Ballesteros, C., Pérez, D., y Aguirre, S. (2014). Integrando dispositivos tecnológicos en el contexto educativo. En *WICC XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.

Firefox add-ons – Mozilla. (s.f.). WCAG Contrast Checker. <https://addons.mozilla.org/es/firefox/addon/wcagcontrast-checker/>

Fundación Sidar. (s.f.). *Acceso universal*. <http://www.sidar.org/>

Fundación Sidar. (s.f.). <http://www.sidar.org/>

Funland. (s.f.). <http://www.cambridgeenglish.org/learning-english/games-social/funland>

Gallegos-Carrillo, K., et al. (2006). Autopercepción del estado de salud: una aproximación a los ancianos en México. *Revista de Saúde Pública*, 40(5), 792–801.

Gonzalez, W. J. (2020). The Internet at the Service of Society: Business Ethics, Rationality, and Responsibility. *ÉNDOXA: Series Filosóficas*, (46), 383–412. <http://hdl.handle.net/2183/27670>

Google Play. (s.f.). *AccessibilityScanner*. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.accessibility>

Google. (s.f.). *Descripción general de la accesibilidad de Android*. <https://support.google.com/accessibility/android/answer/6006564?hl=es-419>

Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., y Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163–173.

Instituto de Mayores y Servicios Sociales (Imserso) (2007). *Guía: Accesibilidad en telefonía móvil*. <https://www.tecnioaccesible.net/documentos/gu%C3%ADa-accesibilidad-en-telefon%C3%ADa-m%C3%B3vil>

Hassan-Montero, Y. (2004). Diseño web centrado en el usuario: usabilidad y arquitectura de la información. *Hipertext.net*, (2).

Hernández Arteaga, R. I., Alvarado Pérez, J. C., y Luna, J. A. (2015). Responsabilidad social en la relación universidad-empresa-Estado. *Educación y Educadores*, 18(1), 95–110.

Hidalgo, M., Fernández, M., Godoy, M. V., y Mariño, S. I. (2013). Prototipo de sistema informático destinado a la gestión de un seguro público de salud. *XXIV Congreso Argentino de Informática y Salud, CAIS*, Argentina.

IEEE. (1990). *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology* (IEEE STD 610-1990).

Ilunion. (2013). *Metodología para evaluar la accesibilidad de aplicaciones móviles*. ILUNION Tecnología y Accesibilidad, Fundación ONCE. <https://biblioteca.fundaciononce.es/publicaciones/coleccion-propias/coleccion-accesibilidad/accesibilidad-de-aplicaciones-moviles>

Information Technology—W3C. (2012). *Web Content Accessibility Guidelines WCAG 2.0 (ISO/IEC 40500:2012)*.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2018). *Estudio nacional sobre el perfil de las personas con discapacidad. Resultados definitivos 2018*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Agencia Nacional de Discapacidad. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/estudio_discapacidad_12_18.pdf

ISO. (2008). *ISO/IEC 9241-151:2008. Ergonomics of human-system interaction – Part 151: Guidance on World Wide Web user interfaces*.

ISO. (2008). *ISO/IEC 9241-171:2008. Ergonomics of human-system interaction – Part 171: Guidance on software accessibility*.

ISO. (2008). *ISO/IEC 9241-20:2008. Ergonomics of human-system interaction – Part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services*.

ISO. (2012). *ISO/IEC 40500:2012. Information technology – W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=58625

ISO. (s.f.). *Organización Internacional para la Estandarización*. <http://www.iso.org/iso/home.html>

Kesswani, N., y Kumar, S. (2016). Accessibility analysis of websites of educational institutions. *Perspectives in Science*, 8, 210–212. <https://doi.org/10.1016/j.pisc.2016.04.031>

Kirkpatrick, A., Connor, J. O., Campbell, A., y Cooper, M. (2017). *Aplicaciones de Internet enriquecidas accesibles (WAI-ARIA) 1.1*. <https://www.w3.org/TR/wai-aria-1.1/>

Kulkarni, M. (2019). Digital accessibility: Challenges and opportunities. *IIMB Management Review*, 31(1), 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.05.009>

Larrán J., M., y Andrades Peña, F. J. (2015). Análisis de la responsabilidad social universitaria desde diferentes enfoques teóricos. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 6(15), 91–107. [https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(15\)30005-6](https://doi.org/10.1016/S2007-2872(15)30005-6)

Lawton-Henry, S., y Brewer, J. (2019). *Acerca del W3C WAI*. <https://www.w3.org/WAI/about/#world-wide-Web-consortium-w3c-Web-accessibility-initiative-wai>

Technosite (2011). *Libro blanco para el diseño de tecnología móvil accesible y fácil de usar*. (s.f.). https://www.fundacionseres.org/lists/informes/attachments/1034/libro_blanco_dise%C3%B1o_%20de_tecnologia_movil_accesible_once_techonosite.pdf

Londoño Rojas, L. F., Tabares Morales, V., Bez, M. R., y Duque Mendez, N. D. (2017). Análisis comparativo de guías para el desarrollo web accesible. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(1), 101–115.

Lugo, M. T., y Brito, A. (2015). Las políticas TIC en la educación de América Latina. Una oportunidad para saldar deudas pendientes. *Archivos de Ciencias de la Educación*. <http://www.archivosdeciencias.fahce.unlp.edu.ar/article/view/Archivos09a03>

Lujan Mora, S. (2012). *Guía de referencias de las pautas de accesibilidad al contenido en la Web 1.0*. Technosite. <https://sergiolujanmora.es/guia-referencia-pautas-accesibilidad-contenido-web-1>

Mariño, S. I., Godoy, M. V., Alfonzo, P. L., Acevedo, J. J., Gómez Solís, L., y Fernández Vázquez, A. (2012). Accesibilidad en la definición de requerimientos no funcionales: Revisión de herramientas. *Revista Multiciencias*, 12(3), 305–312.

Mariño, S. I., y Alfonzo, P. L. (2017). Evaluación de la accesibilidad web. Una mirada para asegurar la formación en la temática. *Campus Virtuales*, 6(2), 21–30.

Mariño, S. I., y Alfonzo, P. L. (2019). Evidencias de accesibilidad web en la generación de sitios. Propuesta de un método. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (23), 52–60.

Mariño, S. I. y Alfonzo, P. L. (2024). Presentaciones sobre accesibilidad web: el aporte de mujeres en congresos de informática realizados en Argentina entre 2020 y 2022. *Palabra Clave*. **14(1)**, e232.

Mariño, S. I. y Alfonzo, P. L. (2022). Estudios de Accesibilidad Web en congresos nacionales. Evidencias en tiempos de pandemia Sars-Cov-2. *51 Jornadas Argentinas de Informática (JAIIO 2022)*. SAEI, *Simposio Argentino de Educación en Informática*. **Argentina**.

Mariño, S. I. y Alfonzo, P. L. (2024). Formación en accesibilidad web. Contribuciones al acceso digital de información. *Etic@net. Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*. 24 (1). 329-342.

Mariño, S. I., Alderete, R., Ferrari Alve, S., Primorac, C. R., y Godoy, M. V. (2013). Evaluación de accesibilidad en sitios web educativos basados en CMS. *Sociedad de la Información*.

Mariño, S. I., Godoy, M. V., y Alfonzo, P. L. (2017). Avances en torno a la formación en accesibilidad web. *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.

Mariño, S. I., Godoy, M. V., Alfonzo, P. L., Acevedo, J. J., Gomez Solis, L., y Fernández Vázquez, A. (2012). Accesibilidad en la definición de requerimientos no funcionales. Revisión de herramientas. *Multiciencias*, 12(3).

Mariño, S. I., y Alfonzo, P. L. (2017). Inclusión social: TIC y accesibilidad web. *Primer Congreso de Educación y Tecnologías del Mercosur*, Corrientes, Argentina.

Mariño, S., y Pagnoni, V. (2020). Accesibilidad web en dispositivos móviles. Evaluación de un portal educativo de alcance nacional. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 13, 208–225.

Martín, A., Gaetán, G., Saldaño, V., Miranda, G., Sosa, H., Pires, A., y Nichele, E. (2016). Evaluaciones de accesibilidad y usabilidad en la WWW: Propuestas para mejorar la experiencia del usuario. *XVIII Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación (WICC)*.

Miranda Gonçalves, R. (2023). Educación de Calidad y Derechos Humanos en el Siglo XXI: Descifrando el ODS 4. *Revista Justiça Do Direito*, 37(2). <https://doi.org/10.5335/rjd.v37i2.15295>

Misichia, B. S. (2013). Derecho a la educación universitaria de personas con discapacidad. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 8(1), 25–33.

Montoto, O. C. (2023). *Guía: Aplicaciones móviles accesibles*. España: Real Patronato sobre Discapacidad y Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030.

Muncharaz, C. (2019). Resumen de los estándares de accesibilidad de W3C. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/es>

ONCE. (s.f.). *Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica*. <http://cidat.once.es>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023, diciembre). *Más del 75% de la población mundial tiene un teléfono celular y más del 65% usa el Internet*. <https://news.un.org/es/story/2023/12/1526712>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2023, marzo). *Discapacidad. Datos y cifras*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>

Pagnoni, V. K., y Mariño, S. I. (2021). Una guía de accesibilidad web para portales educativos: La revisión de usuarios. En *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)*, Argentina.

Pagnoni, V. K., y Mariño, S. I. (2023). Accesibilidad web centrada en revisiones manuales: Estudio de un EVA de formación docente continua. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 36, 51–59.

Pagnoni, V. K. (2021). *Aportes a la inclusión educativa: Indagación en torno a la accesibilidad web de un portal educativo nacional según el estándar WCAG 2.0* (Tesis de maestría). Universidad de la Patagonia Austral.

Pagnoni, V. K., y Mariño, S. I. (2021). Accesibilidad web centrada en revisiones manuales: Estudio de un EVA de formación docente continua [Manuscrito inédito].

Pagnoni, V. K., y Mariño, S. I. (2021). Una guía de accesibilidad web para portales educativos: La revisión de usuarios. En *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación* (pp. 133–141).

Peña Galaviz, J. M. (2014). Análisis comparativo en el uso de las TICs para aplicaciones educativas de la competencia tecnológica. *TLATEMOANI Revista Académica de Investigación*, (15), (pp. 88-204)

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico* (7.ª ed.). Pearson Education.

Sam Anlas, C. A., y Stable Rodríguez, Y. (2016). Evaluación de la accesibilidad web de los portales del Estado en Perú. *Revista Española de Documentación Científica*, 39(1). <https://doi.org/10.3989/redc.2016.1.1213>

Sigalés, C. (2004). Formación universitaria y TIC: Nuevos usos y nuevos roles. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1(1), 1–6.

SIU-GUARANÍ. (s. f.). <https://www.siu.edu.ar/siu-guarani/>

SIU-KOLLA. (s. f.). <https://www.siu.edu.ar/siu-kolla/>

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software* (7.ª ed.). Pearson.

Stable Rodríguez, Y., y Sam Anlas, C. A. (2018). National libraries and web accessibility: Situation in Latin America. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 41(3), 253–265.

Statista. (2024, enero). Industria mundial de smartphones – Datos estadísticos. <https://es.statista.com/temas/10145/industria-y-consumo-mundial-de-smartphones/>

Statista. (2023, octubre). Argentina: número de usuarios de móviles inteligentes 2015–2026. <https://es.statista.com/estadisticas/598527/numero-de-usuarios-de-moviles-en-argentina/>

Ștefan, I. A., Ștefan, A., Howard, L., Judd, N., y Gheorghe, A. (2020). Digital accessibility in learning-intensive environments. En *Conference proceedings of eLearning and Software for Education* (pp. 663–754). <https://doi.org/10.12753/2066-026X-20-008>

TAW WCAG 2.0 Online. (s.f.). ¿Cómo funciona TAW? <http://www.tawdis.net/tools/comoFuncionaTaw.html?lang=es>

TAW. (s. f.). *Test de Accesibilidad Web “TAW”*. <http://www.tawdis.net/>

Torres-Sabroso, S. (Coord.). (2023). *Guía de accesibilidad de aplicaciones móviles (Apps)* v.3. Secretaría General de Administración Digital, Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.

Urgiles-Cedeno, C. O., Conza Apolo, F. A., Maza, J., y Pacheco, J. C. (2017). Considerations for implementing websites with greater accessibility for people with visual impairment. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 146–153.

Varas, V. D., Agüero, A. L., Guzmán, A. E., y Martínez, M. (2015). Importancia y beneficios de la accesibilidad web para todos. En *X Congreso sobre Tecnología en Educación y Educación en Tecnología* (pp. 357–366).

Villafañe Hormazábal, G. P. (2016). Estudiantes con discapacidad en una universidad chilena: Desafíos de la inclusión. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 353–372. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.46509

Volentine, R., Specht, A., Allard, S., Frame, M., Hu, R., y Zolly, L. (2021). Accessibility of environmental data for sharing: The role of UX in large cyberinfrastructure projects. *Ecological Informatics*, 63, 101317. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101317>

W3C. (2017). *Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.1*. <https://www.w3.org/TR/wai-aria/>

W3C. (2018a). *Introducción a las pautas de accesibilidad para el contenido web (WCAG)*. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/es>

W3C. (2018b). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>

W3C. (s.f.). *Acerca del W3C*. <https://www.w3.org/Consortium/>

W3C. (s.f.). *Consortio World Wide Web*. <http://www.w3c.es/>

W3C. (s.f.). *Mobile Web Best Practices 1.0: Basic Guidelines*. <https://www.w3.org/TR/mobile-bp/>

WAI. (s.f.). *Web Accessibility Initiative*. <https://www.w3.org/WAI/>

WAVE. (s. f.). *Web Accessibility Evaluation Tool*. <https://wave.webaim.org/>

WCAG. (s. f.). *Introducción a las pautas de accesibilidad para el contenido web (WCAG)*. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/es>

World Wide Web Consortium. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

World Wide Web Consortium. (2015). *Accesibilidad móvil: Cómo se aplican WCAG 2.0 y otras pautas de W3C WAI al móvil*. <https://www.w3.org/TR/mobile-accessibility-mapping/>

World Wide Web Consortium. (s. f.-a). *Accesibilidad móvil en el W3C*. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/mobile/es>

World Wide Web Consortium. (s. f.-b). *Web Accessibility Initiative*. <https://www.w3.org/WAI/>



C A P Í T U L O 4

ABORDAJE DE LA ACCESIBILIDAD WEB EN LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

4.1. PRESENTACIÓN

La información presentada en este punto deriva de los siguientes trabajos previos, y en los cuales es posible ampliar lo aquí detallado: Mariño, Alfonso y Godoy Guglielmone (2016), Mariño, Godoy y Alfonso (2017), Mariño, Alfonso, Pagnoni (2019).

Se parte de considerar que la formación de recursos humanos en la disciplina Informática es un compromiso que asumen las universidades, el Estado, las empresas y las distintas organizaciones en un intento de estudiar, analizar y determinar aquellos mecanismos de promoción y aseguramiento de la calidad. Por ejemplo, la Cámara de la Industria Argentina del Software (CESSI) (2015) expresa su apoyo a aquellas iniciativas institucionales que permiten mejorar la formación profesional y la inserción laboral del sector de software. A su vez, la Red de Universidades con carreras de Informática (RedUNCI, 2008), manifiesta, por un lado, que “las Universidades desean reforzar (...) la formación de recursos humanos con capacidad de innovación, especialmente para que las empresas puedan incorporar un alto valor agregado en sus productos y competir en el mercado globalizado”. Por otro lado, la RedUNCI (2014) trabaja en la definición de estándares curriculares, que son evaluados y adoptados según diversos trayectos de formación que definen el perfil del graduado en la disciplina.

En el terminal correspondiente a la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, un tema en el área cuestiones sociales y profesionales en los estándares 2014-2015 (RedUNCI, 2015) es la Accesibilidad.

En este marco, el siguiente capítulo aborda la Accesibilidad Web (AW) en la formación de RRHH en la UNNE, específicamente el diseño y desarrollo de productos software que aseguren un acceso universal a los contenidos disponibles en la web.

4.2. METODOLOGÍA Y ETAPAS DE TRABAJO

En el capítulo se presenta la metodología adoptada para propiciar la formación de recursos humanos en la temática. Constó de las siguientes fases:

- Identificación del tratamiento de la AW en la propuesta curricular 2014-2015 (RedUNCI, 2015).
- Selección de literatura específica: incluyendo aspectos teóricos, metodológicos e instrumentales referentes de AW.
- Recopilación de producciones generadas por el equipo, referentes a actividades de I+D, dirección de tesinas, abordaje de la AW en asignaturas de la carrera, productos tecnológicos que incorporan la AW en las etapas de diseño, desarrollo y evaluación, privilegiando en todas ellas la formación de recursos humanos.
- Sistematización de la información relevada y análisis de los resultados.
- Elaboración de una propuesta modelizadora, enfatizando en la formación de RRHH en AW.

Se utilizó como fuente primaria de datos la información obtenida de publicaciones, informes y documentos generados por el equipo de I+D que aborda el tema.

4.3 RESULTADOS

Partiendo de considerar que las funciones esenciales de la Universidad son aquellas inherentes a la docencia, extensión, investigación y transferencia de conocimiento, y considerando los lineamientos de la RedUNCI (2008), la línea de investigación que se presenta aquí aporta a: i) Generar profesionales de calidad, con conocimientos actualizados y capacidad de innovación; ii) Integrar conocimientos con los sectores productivos y ofrecer mecanismos de actualización profesional y especializaciones orientadas a la demanda.

En este marco, en este capítulo se expone, además, el diseño de un modelo que ilustra los resultados logrados a partir de diversas actividades que vinculan la I+D, la docencia y la transferencia de conocimiento, donde la formación de recursos humanos (RRHH) es central y transversal a todas ellas como se muestra en la Figura 9, siendo el eje de la indagación y la aplicación de la AW.

Figura 9. Modelo de integración docencia, investigación y transferencia de conocimiento



4.3.1. Accesibilidad Web en actividades de I+D

Concretamente, se diseñaron y desarrollaron plantillas para relevar principios y criterios aplicados según la WCAG 1.0 (WCAG, 1999) y WCAG 2.0 (WCAG, 2008). Asimismo, se realizaron indagaciones, y los análisis permitieron determinar el nivel de uso de estándares de AW en diversos dominios del conocimiento, como se detalla en Acevedo *et al.* (2013), Alfonzo *et al.* (2014a, 2014b), Duarte *et al.* (2015), Fernández Vásquez *et al.* (2012, 2013), Mariño *et al.* (2013, 2014a, 2014b, 2014c, 2014d, 2015) y Sappa Figueroa *et al.* (2014).

Otra línea de trabajos se enfocó en la evaluación de sitios y plataformas *Open Source*, como los mencionados en Mariño *et al.* (2013, 2014a, 2014c, 2014d). Además, se ha vinculado la AW con la evolución del software al aplicar el mantenimiento correctivo para eliminar el código erróneo en las plataformas analizadas (Casaro *et al.*, 2015; Duarte *et al.*, 2015).

Como trabajos futuros, se pretende continuar el proceso de evaluación, aplicando los procedimientos de evaluación y análisis de diversos módulos de las plataformas y los sitios, utilizando distintos navegadores y dispositivos.

Lo expuesto se vincularía con actividades de transferencia, dado que la información generada podría ser difundida hacia la comunidad de desarrolladores informáticos, ilustrando la transmisión de conocimiento desde la Universidad a la empresa y la sociedad. Por otra parte, desde la Universidad, una actividad de responsabilidad social y formativa es la promoción de la implementación de las pautas de la W3C, concernientes a la accesibilidad, aportando al Sector de Servicios y Sistemas Informáticos.

4.3.2. Accesibilidad Web en Talleres de Programación

La asignatura Taller de Programación I, ubicada en el tercer año de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la UNNE (FaCENA), tiene entre sus objetivos ofrecer al alumno una visión completa de las tecnologías utilizadas en el desarrollo de aplicaciones web. Partiendo del diseño de páginas estáticas y de las tecnologías orientadas a la presentación (*CSS, JavaScript*), repasa tecnologías de cliente para mostrar luego tecnologías de programación para servidores, completando el recorrido con una visión general del acceso a bases de datos a través de Internet. En el dictado de esta asignatura se incorporan aspectos relacionados con la accesibilidad en etapa temprana del desarrollo de sitios web y se mencionan actividades relacionadas con: el uso correcto de los códigos *Html* y *CSS*, la adecuada utilización de las gramáticas formales para asegurar que los navegadores interpreten de manera correcta los contenidos, la comprobación automática del código a través de los servicios de validación suministrados por el W3C, la separación de la estructura del contenido, entre otras modificaciones tendientes a mejorar la calidad de los sitios y, por consecuencia, la AW.

4.3.3. Accesibilidad Web en proyectos finales de graduación

Las asignaturas Trabajo Final de Aplicación (TFA) y Proyecto Final de Carrera (PFC), son los espacios curriculares donde se diseñan y desarrollan las tesinas para la obtención del título de grado de Licenciado en Sistemas de Información de la UNNE, siendo su objetivo:

Integrar los conceptos de Sistemas de Información, Ingeniería de Software, Base de Datos, Programación, Sistemas Operativos y Redes, y los métodos computacionales abordados en asignaturas del plan de estudios orientados hacia la especificación, diseño y desarrollo de soluciones informáticas para las organizaciones o la realización de proyectos de I+D que contribuyan a la generación o transferencia de conocimientos en el campo de la Informática.

Desde 2010 se inició el abordaje de la temática, considerando a las soluciones web como un aspecto clave, y se fomentó su inclusión en proyectos de grado de los alumnos a partir de 2014. Además, en la temática se desarrollaron trabajos de graduación desde 2010 y se concretó la defensa de cinco de ellos (Acevedo, 2010; Casaro, 2014; Fernández Vásquez, 2011; Gómez Solís, 2011; Sappa Figueroa, 2014).

4.3.4. Accesibilidad Web en la formación de RRHH de grado y posgrado

En la sociedad del conocimiento, y desde ámbitos de la Educación Superior, se promueve la formación de recursos humanos de grado y posgrado en la disciplina, a través de su inserción en proyectos de I+D+i. Además de adquirir prácticas que fortalecerán el desarrollo personal y profesional, les permite poner los conocimientos adquiridos al servicio de la sociedad.

Como se representó en la Figura 9, entre las actividades realizadas con investigadores, becarios de grado y posgrado de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE (SGCyT-UNNE) y becaria del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), se mencionan: i) la revisión y profundización en métodos y herramientas de accesibilidad, y su introducción en el diseño de sistemas de información (Alfonzo *et al.*, 2014b; Mariño *et al.*, 2012, 2014a, 2014c; Sappa Figueroa *et al.*, 2014); ii) evaluación de la AW en sistemas gestores de contenidos y su modificación aplicando mantenimiento correctivo (Mariño *et al.*, 2014d); iii) vinculación de temas educativos y de Accesibilidad Web (Cavalieri, 2015; Duarte, 2014).

A la vez, el desarrollo de tesis de posgrado, vinculando aspectos profesionales de las tesis es otro desafío impulsado en el grupo de investigación desde 2022 a la fecha.

4.3.5. Accesibilidad Web en la formación continua

La formación continua es aquella que recibe una persona después de haber finalizado su formación inicial en una profesión, con el fin de ampliar o perfeccionar sus competencias profesionales (Pineda y Sarrañana, 2006). En este sentido, se observaron acciones concretas, tales como en el asesoramiento en la temática, en la realización de una conferencia denominada Accesibilidad Web: aspectos legales y técnicos, en el marco del ciclo de conferencias organizadas por el Polo IT y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, y en la ejecución del curso Accesibilidad en sistemas de información web. Como consecuencia del curso, se realizó una producción con algunos participantes (Alfonzo *et al.*, 2014a) que ilustra la continua interacción entre formación continua y formación de RRHH.

4.4 CONCLUSIONES

El acceso universal a los contenidos puede tratarse desde diversas disciplinas, y en este sentido se presentó el abordaje desde la Informática y, especialmente,

cómo la AW presenta un enfoque que enfatiza el aporte de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la sociedad del conocimiento.

Se describieron, así también, los resultados logrados, tópico tratado inicialmente como una línea de trabajo en el marco de un proyecto de I+D+I.

Progresivamente, se avanzó desde el estudio e indagación en la temática, la formación de recursos humanos, la difusión en congresos, revistas y en ámbitos de la Educación Superior, así como su inclusión en asignaturas de grado.

El desarrollo de las actividades del modelo refleja la retroalimentación y sinergia entre las mismas. A modo de ejemplo, el diseño y preparación de un curso que incorporó a Recursos Humanos en formación, también contribuyó a la adquisición, profundización y consolidación de habilidades y competencias relacionadas a la AW. Lo expuesto, por lo tanto, se traduce en la generación de productos de calidad que inciden significativamente en un creciente número de *e-ciudadanos*, especialmente por el uso masivo de *software* desde Internet.

Así, se destacan como resultados susceptibles de transferencia:

- Los conocimientos de los errores detectados en las plataformas *Open Source* evaluadas.
- Los conocimientos de las pautas de la WCAG, sus métodos, herramientas y procesos de evaluación.
- Los conocimientos y los productos derivados de un proceso de mantenimiento correctivo aplicado a los códigos de plataformas *OpenSource*.

4.5 REFERENCIAS

Acevedo, J. J. (2010). *Aplicativo para la difusión de estándares de calidad de desarrollo web en el ámbito local* [Trabajo final de aplicación, Licenciatura en Sistemas de Información, Universidad Nacional del Nordeste]. Profesoras orientadoras: S. I. Mariño y M. V. Godoy.

Acevedo, J. J., Gómez Solís, L., Mariño, S. I., y Godoy, M. V. (2013). A guidelines for evaluating web accessibility: Level A. *Journal of Computer Science & Technology (JCS&T)*, 13(2), 76–83.

Alfonzo, P., Mariño, S. I., Pioli, S. y Mendoza, M. (2014a). Evaluación de la accesibilidad en sitios web de dos empresas de una provincia del noreste argentino: Una aproximación empírica. *Revista Novática*, 227, 62–67.

Alfonzo, P., Mariño, S. I., Cavalieri, J., y Gómez Codutti, A. (2014b). Accesibilidad web: Su abordaje en congresos argentinos de informática en el período 2012–2013. *Revista Novática*, 229, 102–105.

Casaro, D. E. (2014). *Medición y evaluación de la calidad de dos sitios web bancarios* [Trabajo final de aplicación, Licenciatura en Sistemas de Información, Universidad Nacional del Nordeste]. Profesor orientador: P. Alfonzo.

Casaro, D., Alfonzo, P., Mariño, S., y Godoy, M. (2015). Applying WCAG 2.0 guidelines in online banking services: An empirical case study in Argentina. *International Journal of Information Science and Intelligent System*, 4(1), 1–6.

Cavalieri, J. I. (2015). *Sistema informático como soporte al análisis de las pautas de accesibilidad al contenido web* [Beca de pregrado, Universidad Nacional del Nordeste]. Período 2015–2016. Director: P. Alfonzo; Codirector: S. I. Mariño. Resolución 994/14 CS UNNE.

CESSI. (s. f.). *Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos*. <http://www.cessi.org.ar/>

Duarte, P. (2014). *GC y educación: Un modelo de sistema de información fundamentado en la accesibilidad web* [Beca de pregrado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE]. Período 2014–2015. Director: S. I. Mariño; Codirector: P. Alfonzo. Resolución 0936/14 CD FaCENA.

Duarte, P., Mariño, S. I., Alfonzo, P. L., y Godoy, M. V. (2015). Evaluación de la accesibilidad en software generado por un entorno de desarrollo integrado. *Técnica Administrativa*, 14(1).

Fernández Vázquez, A. (2011). *Aplicativo para la difusión de normas de accesibilidad web en el ámbito local* [Trabajo final de aplicación, Licenciatura en Sistemas de Información, Universidad Nacional del Nordeste]. Profesoras orientadoras: S. I. Mariño y M. V. Godoy.

Fernández Vázquez, A., Acevedo, J. J., Mariño, S. I., Godoy, M. V., y Alfonzo, P. L. (2012). Comunicación y accesibilidad en sitios web municipales de la región del nordeste argentino: Su evaluación mediante validadores automáticos. *Question*, 35(1), 259–269.

Fernández Vázquez, A., Acevedo, J. J., Mariño, S. I., Godoy, M. V., y Alfonzo, P. (2013). Medición de la accesibilidad en dos sitios web municipales de las provincias de Corrientes y Chaco, Argentina. *Telematique*, 12(1), 62–71.

Gómez Solís, L. I. (2011). *Estudio de la accesibilidad web en sitios educativos del NEA* [Trabajo final de aplicación, Licenciatura en Sistemas de Información, Universidad Nacional del Nordeste]. Profesoras orientadoras: S. I. Mariño y M. V. Godoy.

Mariño, S. I., Godoy, M. V., Alfonzo, P. L., Acevedo, J. J., Gómez Solís, L., y Fernández Vázquez, A. (2012). Accesibilidad en la definición de requerimientos no funcionales: Revisión de herramientas. *Revista Multiciencias*, 12(3), 305–312.

Mariño, S. I., Alderete, R., Ferrari Alve, S., Primorac, C. R., y Godoy, M. V. (2013). Evaluación de accesibilidad en sitios web educativos basados en CMS. *Revista Digital Sociedad de la Información*, 39, 1–12.

Mariño, S. I., Alfonzo, P., Escalante, J., Alderete, R., Primorac, C., y Godoy, M. V. (2014a). Accesibilidad web en un sistema de administración académica desde dispositivos móviles. En *Actas de las 43° Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (JAIIO)*. Argentina.

Mariño, S. I., Godoy, M. V., Alfonzo, P., Alderete, R., Escalante, J., Primorac, C., y Gómez Codutti, A. (2014b). Pautas WCAG: Métodos y herramientas en el análisis y desarrollo de sitios web. En *Actas del XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2014)*. Argentina.

Mariño, S. I., Escalante, J., Alderete, R., Alfonzo, P., y Godoy, M. V. (2014c). Análisis de pautas WCAG 2.0 aplicadas en un sistema de administración académica para la educación superior. En *Actas del IX Congreso sobre Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2014)*. Argentina.

Mariño, S. I., Alfonzo, P., Gómez Codutti, A., y Godoy, M. V. (2014d). Automatic evaluation of WCAG 2.0 guidelines in a Drupal-based platform. *International Journal of Information Science and Intelligent System*, 4(1), 35–42.

Mariño, S. I., Alfonzo, P., Escalante, J. E., Alderete, R. Y., y Godoy, M. V. (2015). Las pautas WCAG 2.0 para determinar el nivel de accesibilidad en dos plataformas educativas. *Revista Internacional de Tecnología, Conocimiento y Sociedad*, 2(2), 139–149.

Mariño, S. I., Alfonzo, P. L. y Godoy Guglielmone, M. V. (2016). Abordaje de la accesibilidad web en la formación de recursos humanos. En *XI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET)*.

Mariño, S. I., Godoy, M. V., y Alfonzo, P. L. (2017). Avances en torno a la formación en accesibilidad web. En *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)*. Argentina.

Mariño, S. I., y Alfonzo, P. L., Pagnoni, V. K. (2019). Accesibilidad web visual: Formación de RRHH para fomentar su desarrollo en la región NEA. En *Actas del XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)*. Argentina.

Mariño, S. I., y Alfonzo, P. L. (2024). Formación en accesibilidad web: Contribuciones al acceso digital de información. *Eticanet*, 24(1).

Pineda, P., y Sarramona, J. (2006). El nuevo modelo de formación continua en España: Balance de un año de cambios. *Revista de Educación*, 341, 705–736.

RedUNCI. (2008). *Formación de recursos humanos en informática: Documento de trabajo*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/31165>

RedUNCI. (2018). *Propuesta de estándares para la disciplina Informática*. <https://redunci.info.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2021/10/Estandares-RedUNCI-Septiembre-2018-Libro-2.pdf>

Sappa Figueroa, M. (2014). *Evaluación de accesibilidad en dos sitios bancarios* [Trabajo Final de Aplicación, Licenciatura en Sistemas de Información, Universidad Nacional del Nordeste]. Profesor orientador: P. Alfonzo.

Sappa Figueroa, M., Alfonzo, P., Mariño, S. I., y Godoy, M. V. (2014). Evaluación de la accesibilidad en dos sitios bancarios nacionales dependientes de la administración pública. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 3(2), 144–148.

World Wide Web Consortium (W3C). (1999). *Web Content Accessibility Guidelines 1.0*. <http://www.w3.org/TR/WCAG10/>

World Wide Web Consortium (W3C). (2008). *Web Content Accessibility Guidelines 2.0*. <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>

LOS AUTORES

COMPILADORES

MARÍA VIVIANA GODOY GUGLIELMONE: Profesora e investigadora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina. Magíster en Informática y Computación Licenciada en Sistemas. Experta en Estadística y Computación por la UNNE.

SONIA I. MARIÑO: Profesora e investigadora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina. Doctora en Ciencias Cognitivas, Magíster en Epistemología y Metodología de la Investigación Científica, Magíster en Informática y Computación. Licenciada en Sistemas por la UNNE.

PEDRO L. ALFONZO: Profesor e investigador de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina. Especialista en Ingeniería de Software. Magíster en Ingeniería del Software por la Universidad Nacional de La Plata. Experto en Estadística y Computación por la UNNE.

AUTORES DE LAS PUBLICACIONES COMPILADAS

Se mencionan como autores de las publicaciones a: Pedro L. Alfonzo - Viviana R. Bercheñi – José M. Bordón- Pedro Duarte - Juan Gallardo - Maria Viviana Godoy Guglielmone - Maria L. Gronda - Sonia I. Mariño - Veronica K. Pagnoni.

Una mirada a la
Accesibilidad Web
desde el Nordeste Argentino
Sistematización de Experiencias



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Una mirada a la
Accesibilidad Web
desde el Nordeste Argentino
Sistematización de Experiencias



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 