

REVISTA PASAJES

UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

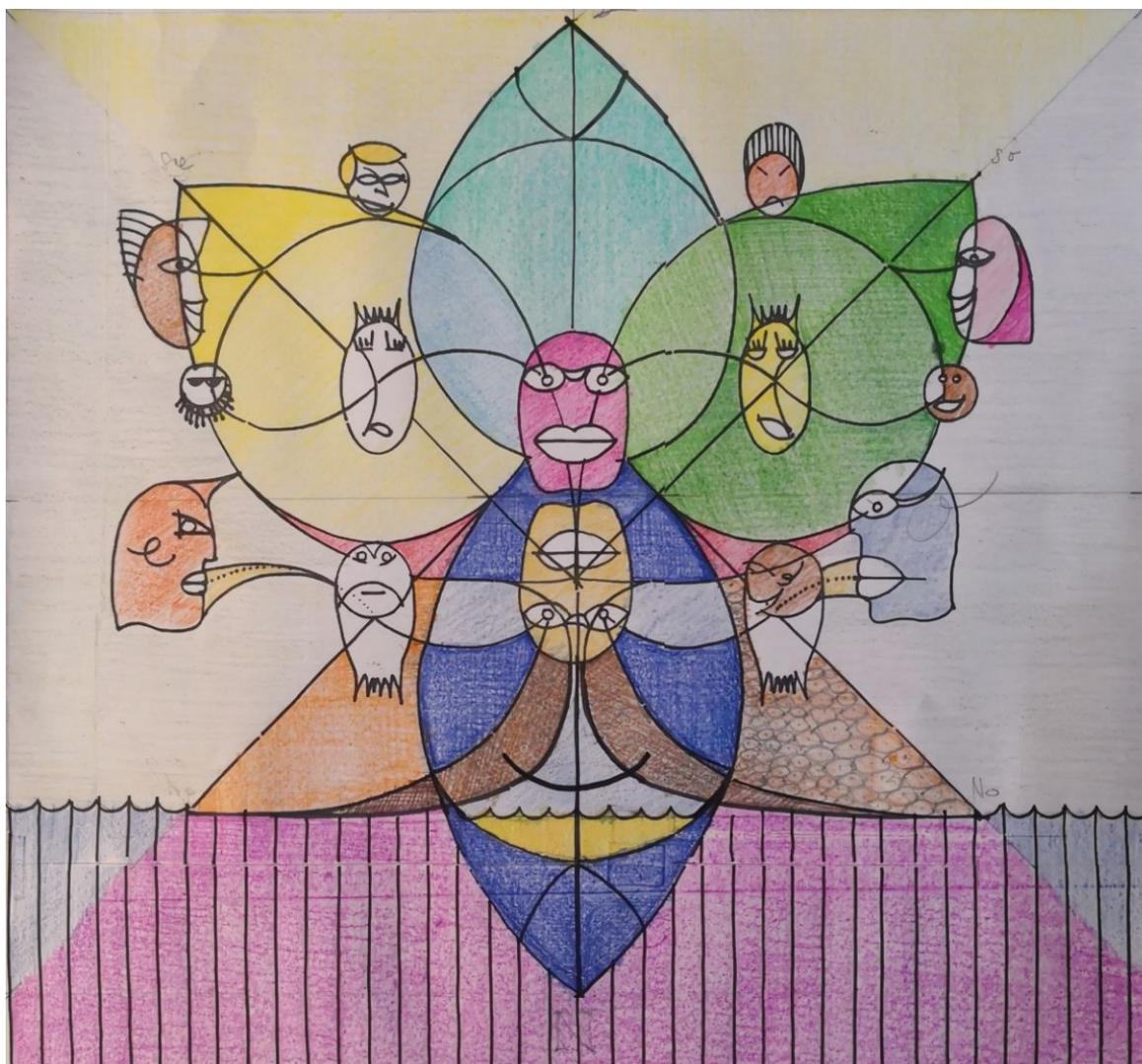
Red Internacional de
Investigadores y Participantes
sobre la Integración Educativa

ISSN 2448-5659



No. 12 enero/junio
2021

MONOGRÁFICO: ACCESIBILIDAD



Título: MUNDO UNIVERSAL

Diseño: Julio Paz

juliopaz.arte@gmail.com

Descripción. Cuatro hojas giran en torno a un rostro humano que ocupa el lugar central. Tres de ellas en su parte superior, cambian de color de izquierda a derecha desde el amarillo que representa al desierto al verde que simboliza la naturaleza, y se corresponde abajo con la cuarta hoja de color azul, que representa el agua de la esperanza. Distintos rostros se distribuyen en toda la composición intentando transmitir las distintas razas de la humanidad. Sobre la base aparece un triángulo dentro del cual innumerables ojos que miran al espectador, convergen en el punto central donde se ubica la referida persona, que a la vez se refleja hacia abajo en espejo y trasciende un zócalo que expresa un mar oscuro sobre el que se dibuja la letra A. La primera letra del abecedario, la de accesibilidad.

Simbolismo. “Desde la profundidad de un mundo en crisis está germinando una nueva humanidad: más permeable, más responsable, más tolerante hacia personas, matices e historias particulares, en síntesis más diversa. Sociedad y territorio, interdependencia y vida. La realidad muestra los múltiples rostros de la humanidad, los mil lugares del paisaje de esta maravillosa aldea, los severos y por momentos inaceptables contrastes. Sobre un escenario gris, pintamos de colores el futuro. Repensamos un mundo en clave universal, con eje en la persona y con equilibrio en los ecosistemas. Nos animamos a transformarlo de manera que contenga con dignidad a todos los seres vivos y su entorno. La base está en la gente, el norte es el sur. La accesibilidad es la clave, la diversidad el desafío”.

1. Título: MUNDO UNIVERSAL Formato: Acrílico sobre tela 60x60 Serie: ESENCIAS Capítulo: SOCIEDAD
Fecha: 12/2020 Código: MU-0011-20-6060-PAT

CUERPO DIRECTIVO

Directora

Dra. Blanca Estela Zardel Jacobo
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Subdirectora

Dra. Patricia Brogna
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Editores

Drdo. Juan Guillermo Estay Sepúlveda
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

Dr. Rodolfo Cruz Vadillo
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

Enlace Internacional

Drdo. Silvia Laura Vargas López
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México

Lic. Oscar Christian Escamilla Porras
Universidad Nacional Autónoma de México, México

CUERPO ASISTENTE

Traductora: Inglés

Lic. Paulinne Corthorn Escudero
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

Traductora: Portugués

Lic. Elaine Cristina Pereira Menegón
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

Diagramación / Documentación

Lic. Carolina Cabezas Cáceres
Editorial Cuadernos de Sofía, Chile

Portada para este Número

Yeshua Kaiser

COMITÉ EDITORIAL

Mg. Emilia Adame Chávez
SEP Quintana Roo, México

Dr. Luiz Alberto David Araujo
Pontificia Universidad Católica de Sao Paulo, Brasil

Dra. Patricia Brogna
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dra. Mónica Leticia Campos Bedolla
Universidad Mondragón-UCO, México

Dra. Gabriela Croda Borges
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

Dr. Rodolfo Cruz Vadillo
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

Mg. Mabel Farfán
Universidad de Tolima, Colombia

Dra. Elizabeth Guglielmino
Universidad Nacional de la Patagonia, Argentina

Dra. Blanca Estela Zardel Jacobo
Universidad Nacional Autónoma de México, México

Lic. Sandra Katz
Universidad Nacional de La Plata, Argentina

Dra. María Noel Míguez
Universidad de La República, Uruguay

Dr. Joan Jordi Montaner
Universitat de les Illes Balears, España

Dra. Lyda Pérez Acevedo
*Universidad Nacional de Colombia,
Colombia*

Dr. Juan Antonio Seda
Universidad de Buenos Aires, Argentina

Mg. Claudia Peña Testa
*Universidad Nacional Autónoma de
México, México*

Mg. Silvia Laura Vargas López
*Universidad Autónoma del Estado de
Morelos, México*

Dr. Sebastía Verger Gelabert
Universitat de les Illes Balears, España

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

Dra. Valdelúcia Alves da Costa
Universidad Fluminense, Brasil

Mg. Araceli Bechara Asesora
Consultora Independiente, Argentina

Dr. Gildas Brégain
Université de Rennes 2, Francia

Dr. Nicola Coumo
Università degli Studi di Bologna, Italia

Mg. Alfredo Flores
METONIMIA Chiapas, México

Ph. D. Alice Imola
Università degli Studi di Bologna, Italia

Dr. Alfredo Jerusalinsky
*Centro Dra. Lydia Coriat de Porto Alegre,
Brasil*

Mg. Juan David Lopera
Universidad de Antioquia, Colombia

Dr. Benjamía Mayer
Estudios 17, México

Dra. Lady Meléndez
*Universidad Nacional de Educación a
Distancia, Costa Rica*

Dr. Martial Meziani
INS HEA, Francia

Dr. Pedro Ortega
Universidad de Murcia, España

Lic. Wilson Rojas Arevalo
Independiente, Chile

Mg. Valeria Rey
*Universidad Metropolitana de Ciencias de
la Educación, Chile*

Mg. Graciela Ricci
ADDEI, Argentina

Lic. Marcela Santos
Universidad de Casa Grande, Ecuador

Dr. Carlos Skliar
FLACSO, Argentina

Dr. Saulo Cesar paulino e Silva
Universidad de Sao Paulo, Brasil

Dra. Norelly Soto
Universidad de Medellín, Colombia

Mg. Viviana Vrsalovic Henríquez
Universidad de Los Lagos, Chile

ACCESIBILIDAD WEB DESDE CONTEXTOS UNIVERSITARIOS

WEB ACCESSIBILITY FROM UNIVERSITY CONTEXTS

Dra. Sonia Itatí MARIÑO¹

*Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.
Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
msonia@exa.unne.edu.ar*

Mgter. Pedro Luis ALFONZO²

*Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.
Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
pedro.alfonzo@comunidad.unne.edu.ar*

Mgter. María Viviana GODOY GUGLIELMONE³

*Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.
Universidad Nacional del Nordeste. Argentina.
mvgodoy@exa.unne.edu.ar*

RESUMEN

La Accesibilidad Web (AW) concierne al diseño y desarrollo de productos que aseguren un acceso universal a los contenidos disponibles en la WWW, independientemente del hardware, software, infraestructura de red, idioma, cultura, localización geográfica y capacidades de los usuarios. El artículo sintetiza algunas experiencias desde la Educación Superior focalizadas a contribuir con la Accesibilidad Web.

Palabras clave: Educación Superior –TIC – desarrollos tecnológicos - Accesibilidad Web - formación de recursos humanos.

¹Docente Investigadora de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Licenciada en Sistemas. Es Magíster en Informática y Computación. (UNNE - Universidad de Cantabria - España). Magíster en Epistemología y Metodología de la Investigación Científica (Facultad de Humanidades - UNNE). Dra. de la Universidad Nacional del Nordeste en Ciencias Cognitivas.

²Alfonzo, Pedro Luis: Docente investigador de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Especialista en Ingeniería de Software (Universidad Nacional de La Plata, Argentina) y Magíster en Ingeniería de Software (Universidad Nacional de La Plata, Argentina).

³Docente Investigadora de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Licenciada en Sistemas. Es Magíster en Informática y Computación. (UNNE - Universidad de Cantabria - España). Decana de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE).

ABSTRACT

Web Accessibility (AW) concerns the design and development of products that ensure universal access to content available on the WWW, regardless of hardware, software, network infrastructure, language, culture, geographical location and user capabilities. The article summarizes some experiences from Higher Education focused on contributing to Web Accessibility.

Keywords: Higher Education - ICT - technological developments - Web Accessibility - human resources training.

INTRODUCCIÓN

La sociedad del s. XXI se caracteriza por su complejidad y en la que emergen constantemente nuevas tecnologías o nuevas formas mediadas por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), que atraviesan los espacios sociales-económicos-culturales. En este contexto, las estrategias ciudadanas inclusivas se apoyan en las TIC, que desempeñan un papel preponderante dada la diversidad de ayudas técnicas disponibles (Cortés Jiménez & Carrión Martínez, 2020; Ruiz Bel, Solé Salas, Echeita Sarrionandía & Sala Bars, 2012).

El diseño universal (DU) es un concepto amplio, transversal e interdisciplinario que emerge en una sociedad caracterizada por la producción de información y conocimiento para apoyar la toma de decisiones. Ruiz Bel et al. (2012: 413) sostienen que “los principios, las prácticas y la investigación sobre diseño universal han sido implantados progresivamente en diferentes ámbitos, respecto al diseño y la preparación de entornos para la atención a las necesidades de las personas con discapacidad”.

Una de las disciplinas que contribuye directamente a la inclusión universal es la Informática y, en particular, la Ingeniería del Software. Así, a través de un enfoque

mediatizado en métodos y herramientas se relevan requerimientos, se diseña, desarrolla, valida, implementa y mantiene productos software para solucionar distintos requerimientos de la ciudadanía. En un contexto de la World Wide Web, se los identifica como sistemas informáticos web o sistemas web.

La Accesibilidad Web (AW), es un aspecto de la calidad del software. Se refiere al acceso universal a la Web, independientemente del tipo de hardware, software, infraestructura de red, idioma, cultura, localización geográfica y capacidades de los usuarios (Luján Mora, 2020; W3C, 2020).

Los sistemas web – las plataformas educativas, los portales, los repositorios, entre otros- pueden presentar barreras de accesibilidad. Lo expuesto, dificulta la utilización de la Web para numerosas personas como expone la Iniciativa a la Accesibilidad Web a través de la Web Accessibility Initiative (WAI, 2005), redactada por el World Wide Web Consortium (W3C).

1.1 Accesibilidad Web, un criterio de calidad de la información

En los sistemas informáticos o web, la calidad de la información es un factor relevante, que depende de los datos recuperados. La AW es un criterio de calidad de un producto software, dado que asegura a sus usuarios el acceso a los contenidos.

La AW aborda el acceso universal a este servicio de Internet, en este sentido, es importante que la Web sea accesible para así proporcionar un acceso equitativo e igualdad de oportunidades a las personas con diversas discapacidades; permitiendo además, que los ciudadanos participen más activamente en la sociedad (WAI, 2005).

Por ello, el diseño y construcción de sitios accesibles requiere implementar buenas prácticas relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación, específicamente con las vinculadas a los estándares establecidos en torno a la AW.

Así, un criterio a medir en un software en términos de calidad, es la accesibilidad. La AW “se ha entendido siempre como responsabilidad de los desarrolladores Web”. Sin embargo, “el software Web tiene también un papel importante en la Accesibilidad Web”

(WAI, 2005). La AW puede considerarse como parte de la accesibilidad del software, pero supone una mayor relevancia, debido a las vastas repercusiones de Internet en la sociedad (Abid Ismail, 2018; Rodríguez Fuentes y García Guzmán, 2009).

Por lo expuesto, y a partir de la importancia de medir y asegurar la calidad de los productos software, se legisla sobre este tema, se diseñan estándares y se proponen métodos y herramientas.

Existen diversos organismos mundiales que abordan la temática, entre los que mencionan el W3C (2020), ISO (2020), ISO (2012), ISO (2008a), ISO (2008b), ISO (2008c), la Fundación Sidar (Sidar, 2016), el Centro de Investigación y Desarrollo de Adaptaciones Tiflotécnicas (Cidat, 2020), promovido por la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE, s.f.).

Se sancionaron normativas que regulan la accesibilidad a nivel mundial, como en Estados Unidos, Portugal, España, Brasil, Chile, Perú, entre otros (Varela, Miñán, Hilera, Restrepo, Amado, Córdova & Villaverde, 2012; Fuertes & Martínez, 2012). La AW en la Argentina ha logrado una mayor difusión desde la implementación de la Ley 26.653 de Accesibilidad de la información (SNA, 2010), en la cual se establece que:

Las empresas del Estado y las empresas privadas concesionarias de servicios públicos, empresas prestadoras o contratistas de bienes y servicios, deben respetar y aplicar 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.

1.2 Estándares de Accesibilidad Web

Los estándares de calidad son reglas internacionales que garantizan la calidad de los productos. Las organizaciones que los promueven, mencionadas precedentemente, constantemente los revisan por lo que están en evolución de acuerdo al campo de aplicación. En torno a estándares y normas de AW se mencionan las presentadas en Varela et al. (2012), la AENOR (2020), el W3C (2020)

- Propuestas por AENOR, se mencionan las siguientes: 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: Requisitos de accesibilidad de software. (Traducción de ISO 9241-171) 2009. Accesibilidad del software embebido en páginas web (RIA). v) UNE-EN ISO/IEC 24751. Adaptabilidad y accesibilidad individualizadas en e-aprendizaje, en educación y formación. (Traducción de ISO/IEC 24751) 2012. 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
- Propuestas por el W3C, se mencionan las siguientes: 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.

1.3 Métodos y herramientas de evaluación

Los métodos de evaluación de la accesibilidad pueden ser los analíticos y los empíricos (Luján Mora, 2020).

Los métodos empíricos, utilizados para realizar las llamadas “evaluaciones payoff”, requieren una interacción entre los usuarios y el sitio web a evaluar, realizando tareas específicas. Por ejemplo, aplicar las técnicas de pantallas, los test de usuarios y las revisiones subjetivas.

Los métodos analíticos se basan en la inspección de las páginas web que se realizan por medio de las llamadas “evaluaciones automáticas”, aplicando los criterios de la guía WCAG. En este artículo, las experiencias reportadas responden a este método.

Para verificar el nivel de accesibilidad a los contenidos de un sistema informático, existen herramientas automáticas disponibles en la web. Éstas evalúan y elaboran informes detallados del cumplimiento de los puntos de verificación de las pautas de la Web Content Accessibility Guidelines o WCAG en sus versiones WCAG 1.0 y WCAG 2.0 propuestas por la W3C. Entre algunas herramientas se mencionan TAW, Hera, Examinator, Unicornio, Access Monitor, TingtunCheckers, FAE (Functional Accesibility Evaluator) 2.0, Wave, Cinthia Says y AChecker.

1.4 La Educación superior

Las instituciones de educación superior entre sus funciones esenciales abordan actividades de docencia, investigación, extensión y transferencia de conocimientos. Estas son desarrolladas por recursos humanos (RRHH) pertenecientes a los distintos claustros universitarios. Así, desde estos espacios se debe asegurar una educación accesible para todos en el marco de éste derecho universal. Dada la evolución de las TIC y de los procesos educativos, sociales, culturales y ciudadanos que emergieron sobre las mismas, especialmente a través de las plataformas web es menester asegurar el acceso universal a los contenidos.

En este sentido, la Universidad, al tratar este aspecto aporta al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4) de la Agenda 2030 de UNESCO (Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015) definido como “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de

aprendizaje durante toda la vida para todos”, apostando a la educación inclusiva –en este caso atendiendo aspectos de AW- al considerarla como un derecho humano.

Cabe destacar como la Universidad desempeña un papel preponderante en la sociedad del conocimiento. En este sentido, la promoción de la aplicación de la Ley 26.653, es relevante debido al rol que cumple la universidad y su implicancia social a través de sus productos tecnológicos.

A lo expuesto, se deben contemplar las políticas públicas orientadas a promover al sector de Servicios y Sistemas Informáticos (SSI). Entre ellas se menciona, la Ley de Promoción de la Industria del Software (LPIS, 2004) y la Ley 27.570 de la Economía del Conocimiento. Esta última, se sancionó en el mes de octubre, y se reglamentó en diciembre de 2020. (Boletín Oficial de la República Argentina, 2020).

El artículo trata algunos aspectos de la AW focalizados en la disciplina Informática, especialmente desde la Ingeniería del Software contemplando la evaluación, construcción y transferencia de conocimientos desde un espacio de la Educación Superior para contribuir con la Industria del Software sustentándose en los lineamientos del estándar W3C y en la formación de recursos humanos.

Se mencionan las experiencias concretadas por el equipo de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) respecto a tres áreas de conocimiento seleccionadas de la Ingeniería del Software -siguiendo a la guía Swebok (Software Engineering Body of Knowledge) tratada en Bourque y Fairley (2014)-.

MÉTODO

Dada su finalidad, la presente investigación es aplicada. Se busca construir conocimiento y validar en contextos específicos, mediatizados a través de los sistemas informáticos seleccionados, la aplicación de un estándar reconocido ampliamente como es el W3C. Según su alcance temporal, es seccional. Trata como momento específico el actual.

Es una investigación primaria, las fuentes son los datos que provienen de desarrollados generados en el marco del equipo de I+D+I. Estos trabajos abordan el estudio y profundización en torno a estándares, métodos y herramientas referidos a la AW.

La investigación de campo se justifica dado que “se basa en informaciones obtenidas directamente de la realidad, permitiéndole al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se han conseguido los datos” (Arias, 2015: 31 citado en Abasali & Ramírez, 2018).

El carácter documental de la propuesta se sustenta en que se trata de “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas” (Arias, 2015: 37 citado en Abasali & Ramírez, 2018). Se realizó una continua revisión de la literatura asociada al objeto de estudio.

En referencia a la población y muestra de la investigación, se consideran las producciones intelectuales diseñadas y ejecutadas en el marco del equipo de I+D+I. Se aplicaron métodos analíticos, que instrumentan las pautas de la WCAG 2.0, utilizando herramientas informáticas como los validadores automáticos. (Mariño & Alfonzo, 2019a; Mariño, Alfonzo & Godoy, 2020).El texto deberá ir sin sangría, interlineado 1.5, letra arial 12, un espacio entre párrafos.

RESULTADOS

Los resultados se organizan considerando el abordaje de la AW desde la disciplina Informática, en particular desde la Ingeniería del Software.

Como se adelantó, las experiencias se mencionan a través de las referencias considerando los tres ejes de estudio del equipo y se sustenta en Swebok como guía de áreas de conocimiento de la Ingeniería del Software. Se optaron por la Ingeniería de Requerimientos, la Evaluación del Software y el Mantenimiento del Software. Del análisis expuesto, se deriva que el área de conocimiento Evaluación del Software se relaciona con las otras áreas abordadas en el proceso de I+D+I.

La transferencia de los conocimientos –a través de los productos software que se diseñan, desarrollan, evalúan o mantienen- se refleja a través de la formación de recursos humanos que abordan esta temática desde espacios de la educación superior, quienes se insertan en la Industria del Software, en el estado o en las empresas.

3.1 La Accesibilidad Web y su relación con temas de la Ingeniería del Software

La guía SWEBOK como cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del Software, proporciona los fundamentos que sustenta el diseño y desarrollo de soluciones informáticas (Bourque y Fairley, 2014).

En particular, se aborda la aplicación de métodos analíticos y el tratamiento de los requerimientos, la evaluación y el mantenimiento de los sistemas informáticos a partir de experiencias seleccionadas y desarrolladas en el ámbito de la Educación Superior hacia la sociedad, temas tratados en tres áreas de la guía Swebok. (Bourque & Fairley, 2014).

La evaluación de la AW en los de sistemas informáticos se relaciona con aspectos de la Ingeniería del Software. Se sugiere su tratamiento desde las fases iniciales del software y a lo largo de su utilización. Por ello, se propone la Ingeniería de Requerimientos (IR), el Mantenimiento del Software (MS) y la Evaluación del Software (ES) en el presente enfoque. En particular, la IR a través del abordaje de la AW como un requerimiento no funcional, la ES como la verificación del cumplimiento de los criterios relacionados con la AW, y el MS como la mejora aplicada respecto a la AW de los sistemas informáticos a partir de errores.

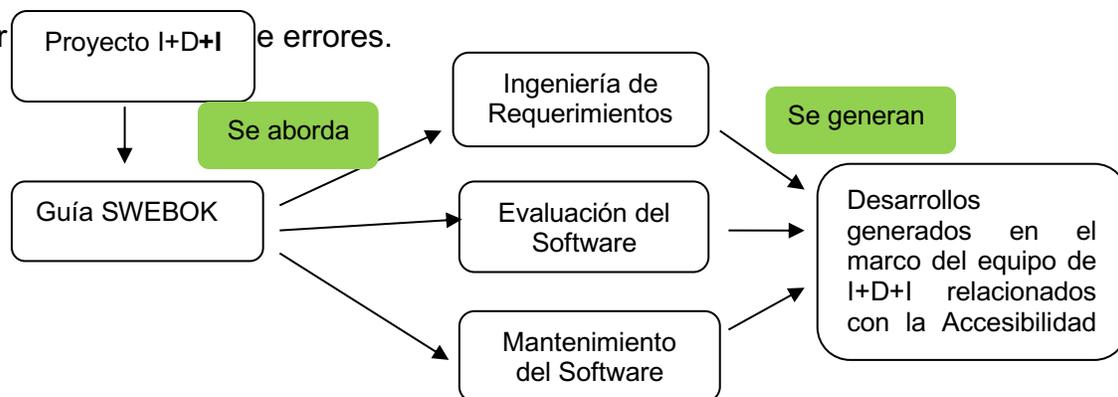


Fig. 1. Propuesta de abordaje Accesibilidad Web en la Ingeniería del Software

- **Ingeniería de Requerimientos**

La Accesibilidad Web se puede tratar en su relación con la Ingeniería de Requerimientos. Es decir, su inclusión desde etapas tempranas de desarrollo de un producto software se considera como un requerimiento no funcional. De tal manera, que el producto obtenido sea fácil de utilizar para los usuarios finales y cumpla con el objetivo que motivó su diseño y construcción (Mariño, Godoy, Alfonzo, Acevedo, Gómez Solis & Fernández Vázquez, 2012).

El conocimiento generado en torno a AW e IR derivó en desarrollos orientados a la formación de recursos humanos de grado a través de trabajos finales de graduación.

De la evaluación analítica aplicada a los diversos productos software durante su desarrollo, se adoptó un proceso iterativo, con miras a incluir en los sucesivos incrementos mejoras en torno a este aspecto de la calidad del software como es la AW. Es decir, el evaluador automático, además de brindar información a través de métricas, detalla las dificultades localizadas para los distintos criterios de las pautas WCAG 2.0 (WCAG, 2008).

Algunas evidencias de este abordaje se describieron en Mariño, Alfonzo, Gómez Codutti & Godoy (2014), Mariño, Alfonzo, Escalante, Alderete & Godoy (2015), Mariño & Alfonzo (2018a, 2018b), Mariño, Alfonzo, Pagnoni, Gronda, Galain Garcia, Maidana, Gallardo, Blanco & Godoy (2019), Mariño & Alfonzo (2019b).

- **Mantenimiento del Software**

Un área de conocimiento relevante en la Ingeniería del Software es el mantenimiento, como se expone en la guía Swebok (Bourque y Fairley, 2014). El mantenimiento o evolución del software referencia al grado de efectividad o eficiencia con la que un software o sistema puede ser modificado (Martínez, Gómez & Pino, 2016; Pigoski, 2006). El MS ofrece a las organizaciones una respuesta inmediata, debido a que las necesidades cambian rápidamente (Pigoski, 2006).

En relación con el MS desde la AW, los estudios y aplicaciones se centraron las determinaciones vinculadas al nivel de cumplimiento de las pautas de la WCAG para mejorar el código del desarrollo web. Es decir, a través de sucesivos incrementos se aplican los cambios necesarios para lograr el cumplimiento de los criterios comprendidos en los principios definidos por la WCAG 2.0. En particular estas experiencias se vincularon con temas comprendidos en el mantenimiento correctivo y perfectivo de la Ingeniería del Software como se describe en Codutti, Mariño & Alfonzo (2016), Mariño, Godoy & Alfonzo (2016), Mariño, Gallardo & Alfonzo (2019c).

- **Evaluación del Software**

Con miras a identificar el cumplimiento de las WCAG 2.0 (WCAG, 2008), propuestas por el W3C y de reconocimiento internacional se determinaron los métodos y herramientas más adecuadas para lograr el cometido. En particular, se optaron métodos de evaluación analíticos utilizando validadores automáticos basados en la determinación de las pautas WCAG 2.0., como las expuestas en la sección 1.3. Estas herramientas software de asistencia a los desarrolladores proporcionan información empírica asociada al nivel de accesibilidad de los productos tecnológicos desarrollados.

Por lo expuesto y dada la diversidad de CMS de libre distribución parametrizables y ampliamente utilizados en la solución de diversos aspectos de mediación con TIC, se procedió al análisis automático de la AW de Sistemas Gestores de Contenidos (CMS) como son Moodle, Joomla y Drupal, utilizando herramientas como TAW, Hera entre otras. Los hallazgos se describieron en Mariño & Alfonzo (2018a), Mariño & Alfonzo (2018b), Mariño, Alfonzo & Godoy (2020).

Otros interesantes estudios se centraron en el análisis de plataformas educativas disponibles y los usos derivadas de las mismas, se aplicó el método de evaluación analítico descrito en Mariño et al. (2014). Reportar estos análisis contribuye a la comunidad del software libre, que evoluciona aplicando plantillas accesibles y que responde en estos aspectos a la calidad del software.

3.2 Formación de recursos humanos desde la Educación Superior

La formación continua de los recursos humanos del Sector de Servicios y Sistemas Informáticos, es un compromiso que asumen las universidades, el estado, las empresas y distintas organizaciones, con la finalidad de promocionar y asegurar la calidad de los sujetos y su desempeño en la sociedad del conocimiento. En especial en lo concerniente a la formación de RRHH de grado y posgrado, se destaca el papel preponderante de estos sujetos, agente de innovación en el contexto en que se desempeñan.

Es también menester destacar lo expuesto por la Red de Universidades de Carreras en Informática (RedUNCI, 2015), que manifiesta 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”. En este sentido, la Cámara de Empresas de Software y Servicios informáticos (CESSI, 2020) expresa su apoyo a iniciativas institucionales tendientes a mejorar la formación profesional y la inserción laboral del sector de software.

En referencia a la AW, se identifica que la RedUNCI (2015) la incorpora en los estándares curriculares, evaluados y adoptados según diversos trayectos de formación que definen el perfil del graduado en la disciplina Informática. En particular, en el terminal correspondiente a la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, se menciona a la Accesibilidad como un tema comprendido en el área de las cuestiones sociales y profesionales.

Los proyectos y acciones en relación a I+D+I se refleja a través de diversas actividades de transferencia de conocimientos. Particularmente, desde el año 2012 se contribuye en la formación de RRHH desde este equipo. Se inició con la formación de becarios y la dirección de trabajos finales de graduación de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información. Numerosos de estos sujetos se han insertado en la academia, en la industria del software local, regional y nacional.

CONCLUSIONES

Los nuevos contextos digitales demandan mayor compromiso social, empresario, gubernamental y académico que se refleja en las diversas acciones dirigidas hacia los ciudadanos de la sociedad del conocimiento.

El artículo trata la AW, desde un enfoque de la Ingeniería del Software de la disciplina Informática, centrada en estándares, métodos y herramientas y tres áreas de conocimiento definidas en la guía Swebok, aspectos que inciden en el diseño y construcción de sistemas web involucrando a los recursos humanos: investigadores, becarios de grado y posgrado y tesistas.

Las experiencias mencionadas en las tres áreas de conocimiento y que implican la formación de recursos humanos, dan cuenta de la motivación, compromiso y preocupación por atender a emergentes desde la academia y direccionadas a un bien común de asegurar el acceso universal a los contenidos.

El análisis de las experiencias reportadas desde el área de conocimiento Evaluación, indica la necesidad de una mayor concientización para lograr que los desarrollos web incluyan la AW desde etapas iniciales del desarrollo, y así vincular con el área de conocimiento Requisitos del Software a lo largo del proyecto tecnológico. Los análisis realizados también implican al área de conocimiento Mantenimiento del Software, considerando las mejoras continuas.

Además, los incumplimientos respecto a los principios de AW detectados, valiéndose de herramientas de evaluación y según el estándar elegido, ilustran la relación entre el área de conocimiento Evaluación con respecto al Mantenimiento de Software. Así, los resultados derivados de las evaluaciones se constituyen en insumo para establecer estrategias de mantenimiento correctivo y perfectivo a partir de las barreras de acceso detectadas en los sistemas informáticos.

Estos procesos interactivos y evolutivos, sintetizados entre las tres áreas de conocimiento, demuestran sus distintas relaciones, y que se podrían plasmar en actuaciones desde la academia hacia sus estudiantes -como diseñadores, desarrolladores y validadores de artefactos web e instructores en la temática- demostrando el compromiso y la responsabilidad social, asumida implícita y explícitamente.

La complejidad de la sociedad del conocimiento demanda la conformación de redes de actuación y cooperación. En las experiencias mencionadas, se refleja a través de las inserciones laborales de los recursos humanos informados y formados en la temática. Actualmente, incorporados en distintas organizaciones de la región, nación y otros países, transmitiendo y aplicando sus conocimientos.

Las instituciones educativas son actores de cambio e innovación, que contribuyen a la Industria del Software con capital humano y artefactos en la temática. En este sentido se visibiliza la responsabilidad universitaria, como agente que constantemente identifica y promueve la búsqueda de soluciones sustentadas en la ética, la actualización profesional y la modernización para responder a la sociedad ante sus demandas, en este caso centradas en asegurar un acceso igualitario a la información en entornos web. Es decir, contar con recursos humanos comprometidos con la temática, se constituye en una alternativa de solución ante numerosas barreras de comunicación e interacción y fundamentalmente usuarios de las tecnologías.

Se destaca la necesidad de continuar abordajes holísticos e interdisciplinarios, direccionando la tecnología al servicio de la sociedad. Especialmente, en un tema como es la Accesibilidad Web de alcance internacional, que dispone de estándares ampliamente aceptados, con legislaciones que la sustenta y orientada a asegurar el acceso universal en una compleja sociedad del conocimiento.

Por ello, evaluar, mejorar y asegurar la AW y concientizar de su relevancia, son acciones proactivas dirigidas a bienes comunes: el acceso universal a los contenidos y a los

procesos para adquirir conocimientos significativos. Lo expuesto ilustra las acciones universitarias en consonancia con el OD4 respecto al derecho a la educación.

La universalidad de la temática amerita su replicación y adaptación hacia otros casos de estudio con una sostenida orientación focalizada en relevar y resolver situaciones del entorno. Por otro lado, es menester desarrollar un estudio de seguimiento en torno a la Accesibilidad Web como un aspecto de la calidad del software que incide en aspectos sociales, ilustrando la caracterización de la informática como una disciplina bio-psico-social.

AGRADECIMIENTOS

La investigación se desarrolló en el marco de los proyectos: “Sistemas de Información y TIC: métodos y herramientas” y “TI en los Sistemas de Información: modelos, métodos y herramientas”, acreditados por la Secretaria General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste.

REFERENCIAS

- Abasali, E. & Ramirez, R. (2018). Estrategias vinculadas a la atención de los estudiantes universitarios con Discapacidad. *Educación en contexto*, 7(7), 96-119.
- AENOR. (2020). Asociación Española de Normalización y Certificación. Recuperado de: <https://www.aenor.com/>
- ACCESS MONITOR. Validador de Accesibilidad Web. Recuperado de: <http://www.acessibilidade.gov.pt/accessmonitor/>
- ACHECKER. Herramienta de evaluación de la Accesibilidad. Recuperado de: <http://www.atutor.ca/achecker/>
- Abid Ismail, K. K. (2018). Accessibility of Indian universities' home pages: An exploratory study. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 30, 268–278.
- Bourque, P. & Fairley, R. E. (2014). SWEBOK Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, Version 3.0. IEEE Computer Society. Recuperado de: www.swebok.org

- CIDAT. (2020). Tecno Accesible, Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicación Tiflotécnica. Recuperado de: <http://cidat.once.es/>
- CESSI. (2020). Cámara de Empresas de Software y Servicios informáticos. Recuperado de: <http://www.cessi.org.ar/>.
- CINTHIA SAYS. Herramienta de evaluación de la Accesibilidad. Recuperado de: <http://www.cynthiasays.com/Home.aspx>
- Codutti, A., Mariño, S. I. & Alfonzo, P. L. (2016). Una propuesta integradora de Mantenimiento Correctivo aplicada al Diseño Web Adaptativo y Accesibilidad Web, *Scientia et Technica*, 21 (1), 51-59.
- Cortés Jiménez, L. & Carrión Martínez, J. J. (2020). *Reflexionando sobre la educación inclusiva. Una apuesta de futuro*. Ed. Universidad de Almeria, ISBN 978-8-1351-009-5
- EXAMINATOR. Herramienta de evaluación de la Accesibilidad. Recuperado de: <http://www.accesible.com.ar/examinator>
- Fuertes, J. & Martínez, L. (2012). Accesibilidad web. Legislación y estándares. Recuperado de: <https://core.ac.uk/reader/61912290>
- FUNCTIONAL ACCESIBILITY EVALUATOR. Herramienta de evaluación de la Accesibilidad. Recuperado de: <http://fae20.cita.illinois.edu/>
- HERA. Herramienta de evaluación de la Accesibilidad. Recuperado de: <http://www.sidar.org/hera>
- ISO. (2020). Organización Internacional para la Estandarización. Recuperado de: <http://www.iso.org/iso/home.html>.
- ISO. (2012). ISO/IEC 40500:2012. Information technology - W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. Recuperado de: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=58625.
- ISO. (2008a). ISO/IEC 9241-171:2008. Ergonomics of human-system interaction -- Part 171: Guidance on software accessibility.
- ISO. (2008b). ISO/IEC 9241-20:2008. Ergonomics of human-system interaction -- Part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services.

- ISO. (2008c). ISO/IEC 9241-151:2008 Ergonomics of human-system interaction -- Part 151: Guidance on World Wide Web user interfaces.
- Luján Mora, S. (2020). Accesibilidad Web, Definición de accesibilidad web. Recuperado de: <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=definicion>
- LPIS. (2004). Ley 25.922: Ley de Promoción de la Industria del Software. Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/95000-99999/98433/norma.htm>
- Mareño Sempertegui, M. & Torrez, V. (2013). Accesibilidad en los entornos virtuales de las instituciones de educación superior universitarias. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7 (4), 8-26.
- Mariño, S. I., Godoy, M. V., Alfonzo, P., Acevedo J., Gómez Solis, L. & Fernández Vázquez, A. (2012). Accesibilidad en la definición de requerimientos no funcionales. Revisión de herramientas. *Revista Multiciencias*, 12(3), 305 - 312.
- Mariño, S. I., Alfonzo, P. L., Gómez Codutti A. & Godoy, M. V. (2014). 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. L., Escalante, J., Alderete R. & 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., Godoy, M. V. & Alfonzo, P. L. (2016). Evolución del software: la accesibilidad web en sistemas gestores de contenidos de libre distribución. *XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)*, Entre Ríos, Argentina.
- Mariño S. I. & Alfonzo, P. L. (2018a). Web Accessibility and CMS. A case study about Joomla and Drupal platforms. *International Journal of Recent Engineering Research and Development*, 3(8), 37-43.
- Mariño S. I. & Alfonzo, P. L. (2018b). An empirical WCAG 2.0 guidelines evaluation applied to journal management software. *International Journal of Recent Engineering Research and Development*, 3(11), 16-22.

- Mariño, S. I. & Alfonzo, P. L. (2019a). 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. & Alfonzo, P. L. (2019b). Calidad en uso en plataformas educativas: estudio centrado en la accesibilidad web. *XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)*. Córdoba, Argentina.
- Mariño, S. I., Gallardo, J. P. & Alfonzo, P. L. (2019c). Mantenimiento del software, aspectos aplicados en sitios web accesibles. *III Congreso Internacional de Ciencias de la Computación y Sistemas de Información – CICC SI 2019*.
- Mariño, S. I., Alfonzo, P. L., Pagnoni, V K, Gronda, M. L., Galain Garcia, C, Maidana, J, Gallardo, J P., Blanco, V. & Godoy, M V. (2019). Formación universitaria en torno a la accesibilidad web: algunas experiencias en la FaCENA-UNNE. *XIII Simposio de Informática en el Estado (SIE)*, JAIIO 48, Salta, Argentina.
- Mariño, S. I., Alfonzo, P. L. & Godoy, M. V. (2020). Medidas de accesibilidad web. Aplicación en una plataforma educativa. *European Scientific Journal*, 16(1), 11-22
- Martínez J. E., Gómez A. F. & Pino F. J. (2016). Generando productos software mantenibles desde el proceso de desarrollo: El modelo de referencia MANTuS. *Ingeniare*, 24(3), 420–434.
- Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE, s.f.), Recuperado de: www.once.es.
- Pigoski, T. M. (2006) “SWEBOK Knowledge Area Description for Software Evolution and Maintenance (version 0.6)”. Recuperado de: [http://www.swebok.org/stoneman/version_0.6/Knowledge_Area_Description_for_Software_Evolution_and_Maintenance\(version_0_6\).pdf](http://www.swebok.org/stoneman/version_0.6/Knowledge_Area_Description_for_Software_Evolution_and_Maintenance(version_0_6).pdf).
- RedUNCI. (2015). Red de Universidades con Carreras en Informática. Documento de recomendaciones curriculares de la RedUNCI. Recuperado de: <http://redunci.info.unlp.edu.ar/>.
- Rodríguez Fuentes, A. & García Guzmán, A. (2009). Medios de comunicación y discapacidad. *Revista Icono* 14(15), 303-319.

- Ruiz Bel, R., Solé Salas, L., Echeita Sarrionandía, G. & Sala Bars, I. (2012). El principio del Universal Design. Concepto y desarrollos en la enseñanza superior. *Revista de Educación*, 359, 413-430.
- Boletín Oficial de la República Argentina. (2020). Ley 27.570: Régimen de Promoción de la Economía del Conocimiento. Recuperado de: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/236496/20201026>
- Sidar. (2016). Fundación Sidar, Fundación Sidar - Acceso Universal-. Recuperado de: <http://www.sidar.org/>
- SNA. (2010). Senado de la Nación Argentina. Ley 26.653: Accesibilidad de la Información en las Páginas Web. Autoridad de Aplicación. Plazos. Reglamentación.
- TAW. Herramienta de evaluación de la Accesibilidad. Recuperado de: <http://www.tawdis.net>
- Tingtun Checkers. Herramienta de evaluación de la Accesibilidad. Recuperado de: <http://accessibility.tingtun.no/en/pagecheck2.0/>
- Unicornio. Herramienta de evaluación de la Accesibilidad. Recuperado de: https://validator.w3.org/unicorn/?ucn_lang=es
- Varela, C., Miñán, A., Hilera, J., Restrepo, F., Amado, H., Córdova, M. & Villaverde, A. (2012). Estándares y legislación sobre accesibilidad web. *Actas del IV Congreso Internacional ATICA*. Loja (Ecuador).
- UNESCO (2020). La UNESCO y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://es.unesco.org/gem-report/node/1346>
- WAI. (2005). Web Accessibility Initiative. Introducción a la Accesibilidad Web, ¿Qué es la Accesibilidad Web?. Recuperado de: <https://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accessibility>
- WAVE. Web Accessibility Evaluation Tool. Recuperado de: <http://wave.webaim.org/>
- WCAG. (2008). Content Accessibility. Guidelines (WCAG) 2.0. Recuperado de: <http://www.w3.org/TR/WCAG20>
- W3C. (2020). Sobre el W3C. Recuperado de: <http://www.w3c.es/Consortio/>