

ACCESIBILIDAD WEB Y SU VINCULACIÓN CON EL CUERPO DE CONOCIMIENTOS DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE

Sonia I. Mariño

Pedro L. Alfonzo

Dpto. de Informática. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina

RESUMEN

La Accesibilidad Web entiende la relevancia de abordar el acceso universal a los contenidos disponibles en entornos web y móviles. Se presenta un enfoque interdisciplinario que relaciona las producciones en un equipo de I+D+i sobre la Accesibilidad Web en relación a algunas áreas de conocimiento de la guía SWEBOK a fin de explicitar estas cuestiones teóricas de la Ingeniería del Software. El estudio exploratorio tiene por finalidad identificar las áreas de conocimiento de la guía SWEBOK que son abordadas por un equipo universitario en sus producciones, donde los recursos humanos que participan se incorporan en distintos ámbitos públicos y privados. La muestra la conforman las producciones de un equipo con la finalidad de vincular las áreas de conocimiento propuestas por la guía SWEBOK, además del enfoque de calidad tratado originalmente. Se desarrolló un estudio descriptivo con la finalidad de identificar y analizar algunas áreas de conocimiento de la guía SWEBOK tratadas en producciones generadas en un contexto académico. Finalmente, se explicitan las áreas de conocimiento abordadas en las evaluaciones de la Accesibilidad Web, ampliando el tradicional enfoque entrado en la calidad del software y completando con los aspectos teóricos de Swebok y que sustentan el análisis.

1. INTRODUCCION

Debido a las aplicaciones generalizadas de los productos de software en la vida social y personal, la calidad de los productos de software puede tener un profundo impacto en el bienestar personal y social.

Por ello, en la sociedad del conocimiento es menester asegurar el acceso equitativo e irrestrictivo a la información pública. Sin embargo, aun cuando las TIC se expanden exponencialmente aún existen barreras que requieren intervenciones en consonancia con las normativas y estándares de la Accesibilidad Web (AW).

En la economía del conocimiento, la Industria del Software crece exponencialmente. Así, la Guide to the Software Engineering Body of Knowledge o guía SWEBOK (Bourque & Fairley, 2014) propone áreas de conocimiento de la Ingeniería del Software que sustentan teórica y metodológicamente los procesos, productos y herramientas que se generan para la sociedad.

En esta economía, una de las organizaciones que contribuyen significativamente son las universidades que articulan acciones de docencia, extensión, investigación y transferencia a través de sus recursos humanos.

El artículo presenta un enfoque interdisciplinario que relaciona las producciones en un equipo de I+D+i sobre la Accesibilidad Web en relación a algunas áreas de conocimiento de la guía SWEBOK a

fin de explicitar estas cuestiones teóricas de la Ingeniería del Software. El estudio tiene por finalidad explicitar las áreas de conocimiento de la guía SWEBOK que son abordadas por un equipo universitario en sus producciones, donde los recursos humanos que participan se incorporan en distintos ámbitos públicos y privados.

1.1. Accesibilidad Web

La AW referencia el acceso universal a WWW independientemente del tipo de hardware, software, infraestructura de red, idioma, cultura, localización geográfica y capacidades de los usuarios (GBAW, 2019; Mariño & Alfonso, 2019a; Mariño & Alfonso, 2019a; W3C, 2024).

El estándar W3C o 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 contribuir a mitigar las barreras de acceso a la información.

Según el estándar W3C (2024), para asegurar acceso al contenido digital se debe aplicar los principios, pautas y criterios comprendidos en las distintas actualizaciones de la WCAG.

- WCAG 2.0 (WCAG, 2008): establece los lineamientos iniciales.
- WCAG 2.1 (WCAG, 2023a): se basa en la 2.0, incorpora nuevos lineamientos orientada a tecnologías móviles y a usuarios con discapacidades cognitivas o visión baja.
- WCAG 2.2 (WCAG, 2023b): la última versión se focaliza en las necesidades de las personas con discapacidades cognitivas. Garantiza que el contenido web funcione bien con las nuevas tecnologías de asistencia.

La legislación argentina especifica que en contextos de educación superior el estado deberá garantizar la accesibilidad física, comunicacional y académica para las personas con discapacidad (Monjelat et al., 2018). La legislación sobre accesibilidad en otros países se menciona en Mariño et al. (2020).

En WALP (2023) se presenta un relevamiento de legislaciones en relación a la AW. Las mismas se desarrollaron entre 1992 y 2022, siendo el año 2019 aquel con mayor número de abordajes. Del total que conforma la muestra (n =79), 23 no se basaron en las WCAG, 19 de las WCAG 2.0, 7 de las WCAG 2.1, 1 de las WCAG 2.0 AA, 16 derivadas de las WCAG 2.0. En referencia al alcance se determinaron como posibilidades el sector público, el sector público y privado, el gobierno, el gobierno y el sector público, mientras que en algunos casos se carece de información.

La mejora de espacios virtuales en referencia a AW se incrementa constantemente. La revisión bibliográfica presentada en Shi et al. (2020) y Alfonso & Mariño (2023) dan cuenta empíricamente de la evolución en entorno a su implementación en estas 2 últimas décadas en literatura disponible en WOS en el periodo 2000–2019, síntesis del análisis expuesto muestra que el número de estudios aumentó desde finales de la década de 2000, e incrementándose en la década de 2010.

En Cabral et al. (2020) se da a conocer que, en referencia a acciones de comunicación de investigación científica abierta, el Programa SciELO inició un plan de trabajo interdisciplinario destinado a promover la accesibilidad a los productos y servicios web de la Red SciELO. En SWA (2014) desde el año 2014 propicia el acceso para todos. Así, Elsevier dispone de una policía de accesibilidad destinada a todos los usuarios.

En Monjelat et al, (2018) se aborda una experiencia -en tiempos de la pandemia- que implicó el uso intensivo y extensivo de las TIC. Los autores analizaron un set de herramientas que permiten la conversión entre los formatos de los contenidos con la finalidad de disponer contenidos en formatos accesibles.

1.2. La Ingeniería del Software y la Guía SWEBOK

La Ingeniería del Software es un área de la disciplina Informática. Como disciplina ingenieril, se orienta a la producción de software. Comprende todas las etapas del proceso, desde las primeras referidas a la especificación del sistema hasta su mantenimiento después su uso. Asociaciones profesionales como la IEEE Computer Society y la Association for Computing Machinery aunaron sus trabajos y desarrollaron Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) o guía del Cuerpo de Conocimientos de la Ingeniería de Software.

La guía SWEBOK (Bourque & Fairley, 2014) se conforma de 15 áreas de conocimiento que se agrupan en:

- Requisitos de software, diseño de software, construcción de software, pruebas de software, mantenimiento del software,
- Gestión de la configuración de software, gestión de ingeniería de software, proceso de ingeniería de software,
- Modelos y métodos de ingeniería de software, calidad del software,
- Práctica profesional de la ingeniería de software, economía de ingeniería de software,
- Fundamentos de computación, fundamentos matemáticos y fundamentos de ingeniería.

La versión SWEBOK 2004 se publicó como estándar ISO/IEC TR 19759:2005; la versión de 2014 se corresponde con el estándar ISO/IEC TR 19759:2015. En Bourque (2020) e IEEE (2024) se sintetizan la evolución de esta guía, mostrando que algunos de sus capítulos continúan recibiendo aportes.

En Abran et al. (2022) se analiza cuantitativamente la importancia informativa de las áreas de conocimiento de SWEBOK en las directrices curriculares desarrolladas para programas educativos en ingeniería de software como recomendaciones de la IEEE/ACM. En Alarcón-Aldana (2016) se describe los hallazgos del estado actual de las asignaturas Ingeniería de Requisitos y Gerencia Informática en una universidad colombiana en referencia a los contenidos y estrategias contenidas en la Guía Base de Conocimientos en Ingeniería de Software (Swebok©).

También en educación superior la guía SWEBOK se trata en Alenezi & Akour (2022), Abran et al. (2022). En Villavicencio & Abran (2015) se sugieren temas de mediciones de software que deben enfatizarse en programas universitarios. En Galimberti & Wazlawick (2015) se presenta un estudio de conceptos de ciclo de vida: el ciclo de vida del desarrollo de software y el ciclo de vida del software siguiendo la guía SWEBOK y su tratamiento en la industria.

2. METODOLOGÍA

El enfoque metodológico para el logro de los resultados comprendió las siguientes fases:

Fase 1. Revisión exploratoria de la literatura que sustenta la investigación, se focalizó en la selección y análisis documental de artículos relacionados con:

- La accesibilidad web, como estándar de cumplimiento que contribuye a la equidad en el acceso a la información.
- La guía de conocimiento SWEBOK. Siguiendo a Romillo & Polaino (2019, p.4) *"posibilitó identificar, mediante la utilización del método de análisis y síntesis, los principales elementos y su interrelación, que resultaban determinantes para la toma de decisiones"* en relación a la presente investigación y desarrollo.

Fase 2. Delimitación del contexto en que se sitúa la propuesta: Se estableció como contexto de la investigación las producciones de un equipo de I+D+i, en el periodo 2012-2023.

Fase 3. Identificación de áreas de conocimiento SWEBOK (Bourque & Fairley, 2014) implicadas en desarrollos concernientes a la AW. En el diseño y desarrollo de la investigación se aplicaron métodos del nivel teórico como analítico - sintético, en este caso la identificación de antecedentes en torno a áreas de la Ingeniería del Software para proceder a determinar cuales se articulan con las actividades desarrolladas por los recursos humanos integrantes de un equipo de I+D+i.

3. RESULTADOS

Centrándose en la disciplina Informática, se entiende que el aporte radica en analizar y aplicar distintas aristas de la Informática, como ciencia y tecnología, profundizando en torno a la Ingeniería de Software (IS), desde un enfoque centrado en la guía SWEBOK y la AW.

A continuación, se detallan ciertos aspectos centrándose en algunos temas de la Ingeniería del Software, según los lineamientos de la guía SWEBOK (Bourque & Fairley, 2014), que contempla sus áreas de conocimiento en su relación con la AW.

- Área Modelo y métodos de la Ingeniería del software: que incorporan los estándares de AW propuestos por el W3C (2024), otras organizaciones ISO (2012), ISO (2008a). ISO (2008b). ISO. (2008c) y los métodos como la propuesta desde la ISBE (Mariño & Alfonzo, 2019b).
- Área Requerimientos del Software: profundizar en el abordaje de la AW como un requerimiento no funcional, que es menester incorporar en los proyectos (Mariño et al., 2012).
- Área de Mantenimiento del Software: la AW puede tratarse desde distintos tipos de mantenimiento. Los estudios y experiencias realizadas por el equipo dan cuenta que la mayoría de las intervenciones corresponden al mantenimiento correctivo. Es por ello necesario, delinear acciones tendientes a incorporar la AW en todo el proceso del software (Codutti et al., 2016; Mariño et al., 2019; Mariño et al., 2019).
- Área Calidad del software: la AW como una sub-características de calidad del producto software, que se despliega en distintas plataformas (Mariño & Alfonzo, 2019c).
- Área Pruebas del software: las evaluaciones automáticas, semiautomáticas y por experto, son objeto de estudio y análisis utilizando diversas herramientas y software (Mariño & Alfonzo, 2017; Mariño & Alfonzo, 2022).

Una limitación del presente artículo atañe a la constante evolución de procesos, métodos y herramientas que emergen en relación a las áreas de conocimiento, y las fronteras que pueden establecerse o considerarse según el contexto en que se analizan los casos de estudios contemplados.

Precedentemente se enunciaron algunas áreas de conocimiento contempladas por la guía SWEBOK (Bourque & Fairley, 2014), cuerpo de conocimiento aceptado internacionalmente. Cabe aclarar que las mismas se enunciaron sin un orden de prelación, y sosteniendo la relevancia de todas y

cada una, pudiendo explorar otros abordajes con las restantes áreas de conocimiento propuestas por la mencionada guía.

Además, se sostiene que los estudios, análisis y desarrollos en relación a la AW podrían ser tratados por distintos recursos humanos según sus perfiles, habilidades y capacidades.

Valoración de la experiencia

La propuesta contempla aspectos teóricos-metodológicos -desde la Ingeniería del Software- mencionados en Mariño et al. (2021) y Mariño et al. (2023). Los resultados proporcionarán datos de retroalimentación para una mejora continua referente a la accesibilidad web, basados en evidencias empíricas del abordaje desde la ingeniería del software y la formación centrada en RRHH. Estos, se pueden fortalecer y así contribuir a la equidad e inclusión en la economía del conocimiento.

4. CONCLUSIONES

La complejidad en la economía del conocimiento donde las soluciones sustentadas en las TI, sean web o móviles, requiere de los recursos humanos incorporados a un proyecto tecnológico abordar enfoques interdisciplinarios donde las soluciones aporten a aspectos sociales, economías y técnicos.

En particular se identificaron las áreas de conocimiento de la guía SWEBOK, tratadas implícita o explícitamente desde la AW en estos diez años de estudios. Lo expuesto responde a que las múltiples perspectivas de abordaje de la AW, desde su aspecto ingenieril, normativo, social y técnico permite relacionar con el derecho a la información incorporado en el diseño, desarrollo e implementación de soluciones software.

Esta contribución aporta evidencias empíricas sustentadas en teorías y métodos desde la Ingeniería del Software y su impacto en el medio. Por ello puede entenderse como aporte desde los ámbitos académicos y profesionales a la vinculación universidad, gobierno y empresa.

Como trabajos futuros, se propone ahondar en otras vinculaciones contemplando otras áreas de conocimiento de SWEBOK, otro estándar de la disciplina Informática.

Agradecimiento

Investigación y desarrollo comprendido en el PI: Sistemas informáticos y gestión del conocimiento. Modelos, métodos y herramientas (PI 22F025, Res. N° 0931/22 CS UNNE) y el GI Sistema de información y TI: modelos, métodos y herramientas. Acreditados por la Secretaría General de Ciencia y Técnica, Universidad Nacional del Nordeste.

5. REFERENCIAS

- ABRAN, A., YURKOV, A.V., KHALIN, V. G. & SHILOVA, O. (2022). *Quantitative Analysis of Informational Significance of SWEBOK Knowledge Areas* in IEEE/ACM Curriculum Guidelines. In: Vasiliev, Y. S., Pankratova, N. D., Volkova, V.N., Shipunova, O.D. & Lyabakh, N.N. (eds.) *System Analysis in Engineering and Control*. SAEC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 442. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-98832-6_49
- ALARCÓN-ALDANA, A. C., MARTÍNEZ-CAMACHO, A. N. & CALLEJAS-CUERVO, M. (2016). “Estudio sobre el Cumplimiento de las Asignaturas Ingeniería de Requisitos y Gerencia Informática con Respecto a la Guía Base de Conocimientos en Ingeniería de Software (Swebok©)”. *Formación universitaria*, 9(5), 75-84. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000500008>
- ALENEZI, M. Y AKOUR, M. (2022). “Methodical Software Testing Course in Higher Education”. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 12(1).
- ALFONZO, P. L. & MARIÑO, S. I. (2023). “Accesibilidad web. Un estudio bibliométrico”. *Revista*

- Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, nro. 36.
<https://doi.org/10.24215/18509959.36.e12>
- BOURQUE, P. & FAIRLEY, R. E. (2014). SWEBOK Guide to the Software Engineering Body of Knowledge, Version 3.0. IEEE Computer Society. <http://www.swebok.org>
- BOURQUE, P. (2020). “The SWEBOK Guide — More Than 20 Years down the Road”. IEEE 32nd Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET), Munich, Germany. doi: 10.1109/CSEET49119.2020.9206209
- CABRAL, L., DAMACENO, R., SANTOS, S., FONSECA, G. & MENDONÇA, A. (2020). Red SciELO y accesibilidad: énfasis en políticas, productos y servicios. <https://blog.scielo.org/es/2020/08/07/red-scielo-y-accesibilidad/>
- 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.
- GALIMBERTI, M. F. & WAZLAWICK, R. S. (2015). “Active Internationalization of Small and Medium - Sized Software Enterprises - Cases of French Software Companies, *J. Technol. Manag. Innov.* 10(4).
- GBAW. (2019). Guía Breve de Accesibilidad Web. <http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/accesibilidad>
- IEEE. (2024). IEEE Computer Society. SWEBOK Evolution. <https://www.computer.org/volunteering/boards-and-committees/professional-educational-activities/software-engineering-committee/swebok-evolution>
- ISO. (2012). ISO/IEC 40500. Information technology - W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0.
- ISO. (2008a). ISO/IEC 9241-171. Ergonomics of human-system interaction -- Part 171: Guidance on software accessibility.
- ISO. (2008b). ISO/IEC 9241-20. Ergonomics of human-system interaction -- Part 20: Accessibility guidelines or information/communication technology (ICT) equipment and services.
- ISO. (2008c). ISO/IEC 9241-151. Ergonomics of human-system interaction -- Part 151: Guidance on World Wide Web user interfaces.
- MARIÑO, S. I., GODOY, M. V., ALFONZO, P. L., 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., 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). Argentina.
- MARIÑO, S. I. & 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., GALLARDO, J. P. & ALFONZO, P. L. (2019). “Mantenimiento del software, aspectos aplicados en sitios web accesibles”. III Congreso Internacional de Ciencias de la Computación y Sistemas de Información – CICC SI. Argentina.
- MARIÑO, S. I. & ALFONZO, P. L. (2019a). “Las áreas de conocimiento SWEBOK en producciones de graduación. Un estudio de la disciplina Informática en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FaCENA) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina”. *E-Ciencias De La Información*, 9(2). 1-16. <https://doi.org/10.15517/eci.v9i2.35553>
- MARIÑO, S. I. Y ALFONZO, P. L. (2019b). “Evidencias de Accesibilidad Web en la generación de sitios. Propuesta de un método”. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 23, 52-60. <https://doi.org/10.24215/18509959.23.e06>
- MARIÑO S. I. & ALFONZO, P. L. (2019c). “Calidad en uso en plataformas educativas: estudio centrado en la accesibilidad web”. XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC), Argentina.
- MARIÑO, S. I., ALFONZO, P. L. & GODOY, M. V. (2020). “La responsabilidad social centrada en la accesibilidad web”. *European Scientific Journal*, 16(30), 35-50.

- MARIÑO, S. I., ALFONZO, P. L., ALDERETE, R. Y., PAGNONI, V. K., GRONDA, M. L. & BORDÓN, J. (2021). “Estudios en torno a la Accesibilidad Web. Aporte regional en el NEA”. XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC). Argentina
- MARIÑO, S. I. & ALFONZO, P. L. (2022). “Automatic Web accessibility evaluation process. Case study”. *Espiraes Revista Multidisciplinaria de investigación*. 6(42). 39-52. <https://doi.org/10.31876/er.v6i42.824>
- MARIÑO, S. I., ALFONZO, P. L., PAGNONI, V. K., ARMANA, S. V. & GRONDA, M. L. (2023). “Accesibilidad web. Estrategias y aplicaciones”. XXV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC). Argentina.
- MONJELAT, N. G., CENACCHI, M. A. & SAN MARTÍN, P. S. (2018). “¿Programación para Todos? Herramientas y Accesibilidad: Un Estudio de Caso”. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 12(1), 213-227. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-73782018000100213>
- ROMILLO, A. & POLAINO, C. (2019). “Aplicación del Modelo de Gestión Pirámide del Desarrollo Universitario en la Universidad de Otavalo, Ecuador”. *Formación Universitaria*, 12(1), 3-12.
- SHI, Y., BLAINEY, S., SUN, CH. & JING, P. (2020). “A literature review on accessibility using bibliometric analysis techniques”. *Journal of Transport Geography*, Vol. 87. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102810>
- UNE. (2012). La Norma UNE 139803: Por una Web Usable y Accesible. <https://www.normas-iso.com/une-139803-accesibilidad-web/>
- VILLAVICENCIO, M. & ABRAN, N. (2015). “Sugerencias para la Inclusión de Temas de Medición de Software en un Currículo de Ingeniería de Software para Estudiantes de Pregrado”. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 1(1), 117-126.
- WALP (2023). Web Accessibility Initiative. Web Accessibility Laws & Policies. Law and Policy Overview Table. <https://www.w3.org/WAI/policies/>
- W3C. 2024. About W3C. <https://www.w3.org/Consortium/>
- WCAG. (2008). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>
- WCAG. (2023a). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- WCAG. (2023b). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>