

Aprender accesibilidad web a través de la creación de ejemplos. Un estudio sobre percepción, dificultad y estrategias en la aplicación de las WCAG

Learning Web Accessibility Through the Creation of Examples: A Study on Perception, Difficulty, and Strategies in the Implementation of the WCAG

⁽¹⁾ Afra Pascual Almenara ^[0000-0002-2368-755X], ⁽²⁾ Alberto Pedrero Esteban ^[0000-0002-1222-0882], ⁽³⁾ Susana Bautista ^[0000-0003-1648-0208]

⁽¹⁾ Departamento de Informàtica y Diseño Digital Universitat de Lleida, Spain, afra.pascual@udl.cat

⁽²⁾ Facultad de Informática Universidad Pontificia de Salamanca, Salamanca, Spain, apedreros@upsa.es

⁽³⁾ Escuela Politécnica Superior. Universidad Francisco de Vitoria. Madrid, Spain. susana.bautista@ufv.es

Resumen. La accesibilidad web sigue siendo un desafío pese a la existencia de estándares como las WCAG y de marcos regulatorios como la European Accessibility Act (EAA) y el EN 301549. Este trabajo analiza cómo el estudiantado aprende accesibilidad mediante una actividad basada en la creación y evaluación de ejemplos accesibles (ACC) y no accesibles (NOA). El estudio se basa en aproximadamente 250 respuestas a un cuestionario y combina datos cuantitativos (dificultad, confianza, comprensión y transferencia) con información cualitativa. Los resultados muestran que la aplicación de las WCAG se percibe como más compleja que su comprensión, especialmente en la creación de ejemplos no accesibles. El análisis cualitativo evidencia un cambio desde una visión visual de la interfaz hacia una comprensión estructural basada en semántica e interacción, junto con una mayor conciencia sobre las barreras de accesibilidad. El uso de herramientas, incluida la inteligencia artificial, reduce la dificultad percibida, aunque no garantiza una mayor comprensión. Estos hallazgos sugieren la necesidad de enfoques pedagógicos centrados en la práctica, la reflexión y la transferencia del conocimiento.

Palabras clave: accesibilidad web, pautas WCAG, educación en accesibilidad, educación superior, análisis cualitativo, experiencia de usuario, proceso de aprendizaje.

Abstract. Web accessibility remains a challenge despite the existence of standards such as WCAG and regulatory frameworks such as the European Accessibility Act (EAA) and EN 301549. This paper examines how students learn accessibility through an activity based on the creation and evaluation of accessible (ACC) and non-accessible (NOA) examples. The study is based on approximately 250 questionnaire responses and combines quantitative data (difficulty, confidence, understanding, and transfer) with qualitative evidence. The results show that applying WCAG is perceived as more complex than understanding it, especially when creating non-accessible examples. Qualitative analysis reveals a shift from a visual understanding of interfaces to a structural understanding based on semantics and interaction, together with increased awareness of accessibility barriers. The use of tools, including artificial intelligence, reduces perceived difficulty, although it does not guarantee deeper understanding. These findings suggest the need for pedagogical approaches focused on practice, reflection, and knowledge transfer.

Keywords: web accessibility, WCAG, accessibility education, higher education, qualitative analysis, user experience, learning process.

1. INTRODUCCIÓN

La accesibilidad web se ha consolidado como un elemento clave en el desarrollo de sistemas digitales inclusivos, garantizando el acceso a la información y a los servicios en línea para todas las personas, incluidas aquellas con diversas capacidades. En este contexto, las Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) (W3C, 2018), desarrolladas por la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) (WAI, 2023) del World Wide Web Consortium (W3C), se han establecido como el estándar internacional de referencia. Estas directrices no solo definen criterios técnicos verificables, sino que constituyen un marco conceptual para el diseño universal y la accesibilidad digital.

Sin embargo, pese a la consolidación de estos estándares y de un marco regulatorio (W3C, 2026) reforzado en Europa mediante iniciativas como la European Accessibility Act (EAA) (Unión Europea, 2019) y la EN 301549 (ETSI, 2021), la accesibilidad web continúa siendo deficiente. El informe WebAIM de 2026 (WebAIM, 2026) revela que el 95.9% de las páginas de inicio analizadas presenta errores detectables de conformidad con WCAG, una cifra que se mantiene estable desde 2019. Este resultado es consistente con otros trabajos (Martins & Duarte, 2024) (Acosta-Vargas et al., 2023), que muestran una alta densidad de errores por página y una proporción mínima de sitios plenamente accesibles.

Algunos trabajos indican que esta brecha no puede explicarse solo por limitaciones técnicas (Ballesteros et al., 2015), sino también por factores formativos y organizativos (Parthasarathy et al., 2025). La accesibilidad continúa percibiéndose como un requisito secundario, con bajos niveles de formación especializada, lo que limita la adquisición de competencias aplicadas en este ámbito (Zhang et al., 2022) y dificultades en su integración en los procesos de diseño y desarrollo (Ahmetovic et al., 2021).

Además, la correcta aplicación de los criterios WCAG depende en gran medida de la comprensión conceptual y del juicio del desarrollador. Por ello, la accesibilidad no puede abordarse exclusivamente como un problema técnico, sino como un desafío educativo.

La taxonomía de Bloom (Bloom, 1971) ofrece un marco útil para estudiar el aprendizaje de los criterios WCAG al articularlo en fases progresivas: comprensión del criterio, aplicación mediante ejemplos accesibles, pensamiento crítico a través de ejemplos no accesibles, consolidación reflejada en la seguridad percibida y transferencia a nuevos contextos. Este enfoque permite observar no solo si el alumnado conoce un criterio, sino cómo lo interpreta y lo traduce en decisiones de diseño y desarrollo.

El presente estudio se desarrolla en tres universidades españolas y combina aproximadamente 250 respuestas asociadas a criterios WCAG. A partir de ellas se analizan dificultad, confianza, comprensión y transferencia, junto con explicaciones y observaciones abiertas del alumnado. El análisis de datos pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

- RQ1. ¿Qué partes del trabajo con WCAG resultan más difíciles —comprender el criterio, crear ejemplos no accesibles (NOA) y crear ejemplos accesibles (ACC)— y cómo varía esta dificultad en función de la universidad, el criterio y el principio evaluado?
- RQ2. ¿Qué estrategias, herramientas y referencias indica el alumnado durante el proceso de creación y cómo se asocian con variables clave del aprendizaje como la dificultad percibida, la confianza, la comprensión práctica y la capacidad de transferencia?
- RQ3. ¿Qué patrones conceptuales emergen en las respuestas abiertas del alumnado —en particular en la explicación del criterio en palabras propias y en las observaciones personales— y cómo se relacionan estos patrones con las medidas cuantitativas?

El artículo se estructura en cinco apartados: introducción, trabajo relacionado, contexto y diseño del estudio, resultados y conclusiones.

2. TRABAJO RELACIONADO

La enseñanza de la accesibilidad web en educación superior ha puesto de manifiesto la necesidad de integrar estos contenidos de forma más efectiva en los planes de estudio (Putnam et al., 2012) (Shinohara et al., 2018). En HCI, distintos trabajos señalan que la accesibilidad sigue insuficientemente incorporada a la formación de diseñadores y desarrolladores, lo que repercute en la calidad de los sistemas digitales (Petrie et al., 2018) (Kane et al., 2019), pese a que en el ámbito español existen guías (Fundación ONCE, 2022). Algunos enfoques proponen el uso de metodologías activas que permitan al estudiante enfrentarse a problemas reales de accesibilidad, favoreciendo un aprendizaje más significativo. Entre estas aproximaciones destacan los modelos basados en aprendizaje experiencial y aprendizaje activo, que han demostrado ser eficaces en la adquisición de competencias complejas en contextos técnicos (Kolb, 2015) (Freeman et al., 2014).

El aprendizaje basado en ejemplos resulta especialmente relevante en accesibilidad, ya que reduce la abstracción de los criterios WCAG y facilita su interpretación en contextos concretos (Sweller et al., 2011) (Renkl, 2014). Diversos trabajos han explorado la creación de ejemplos accesibles y no accesibles como estrategia didáctica, mostrando dificultades en la comprensión y aplicación de los criterios WCAG y variabilidad en la calidad de los ejemplos generados (Abou-Zahra, 2012) (Pascual-Almenara, 2025) (Pascual-Almenara et al., 2025) (Alsaeedi, 2020) (Yesilada et al., 2015)

Frente a estos enfoques, este trabajo se centra en el proceso de aprendizaje e integra indicadores de dificultad, confianza, comprensión y transferencia con el análisis sistemático de respuestas abiertas,

con el fin de observar la accesibilidad no solo como contenido técnico, sino como proceso de construcción conceptual y de desarrollo de criterio profesional.

3. CONTEXTO Y DISEÑO DEL ESTUDIO

A continuación, se describe el contexto y diseño del estudio llevado a cabo para analizar la comprensión de las pautas WCAG.

3.1. Contexto educativo y motivación del estudio

Este estudio se enmarca en una experiencia docente orientada a mejorar la comprensión de las pautas de accesibilidad web, las pautas WCAG (W3C, 2018) en contextos universitarios técnicos. Participaron tres universidades españolas con asignaturas de diseño web, interacción persona-ordenador y desarrollo de interfaces. El objetivo fue promover un aprendizaje activo de las pautas WCAG mediante la creación y análisis de ejemplos accesibles y no accesibles, así como estudiar la dificultad percibida, las estrategias empleadas, el uso de herramientas y la construcción conceptual del alumnado.

3.2. Diseño de la actividad formativa

La actividad consistió en una tarea individual de creación de ejemplos basada en aprendizaje experiencial. Cada estudiante recibió entre tres y cuatro subcriterios WCAG y, para cada uno, elaboró un ejemplo accesible, un ejemplo no accesible, una justificación, evidencias y referencias documentales. El trabajo se desarrolló en tres fases: exploración de documentación, creación de ejemplos y cumplimentación del cuestionario de autoevaluación.

3.3. Participantes y contexto institucional

El estudio se llevó a cabo en el curso 2024/25 con 81 estudiantes de tres universidades españolas (Consultar Tabla 1). Dado que cada estudiante trabajó con entre tres y cuatro criterios, el corpus analizado reúne aproximadamente 250 respuestas asociadas a criterios concretos.

Tabla 1. Lista de universidades, asignatura y estudiantes que han participado en el estudio. Se incluye también la cantidad de criterios asignados a cada estudiante.

Universidad	Grado	Asignatura	Estudiantes	Criterios
Universitat de Lleida (UdL)	Grado de Diseño Digital y Nuevas Tecnología (Universitat de Lleida, 2026)	Diseño Web	38 alumnos	3 por estudiante
Universidad Francisco de Vitoria (UFV)	Grado en Ingeniería Informática (Universidad Francisco de Vitoria, 2026)	Human computer interaction	15 alumnos	4 por estudiante
Universidad Pontificia de Salamanca (UPSA)	Grado en Ingeniería Informática (Universidad Pontificia de Salamanca, 2026)	Diseño, evaluación y desarrollo de interfaces	28 alumnos	4 por estudiante

3.4. Diseño metodológico

El estudio actual sigue un enfoque cuantitativo–cualitativo basado exclusivamente en el análisis de las respuestas del cuestionario de autoevaluación cumplimentado por el estudiantado tras la realización de la actividad. Este instrumento permite capturar tanto dimensiones cuantitativas como cualitativas del aprendizaje, proporcionando una visión integral del proceso formativo. Se recogieron:

- Datos cuantitativos: mediante escalas Likert (1–5) sobre dificultad percibida, confianza, comprensión y capacidad de transferencia.
- Datos cualitativos: a través de preguntas abiertas donde el alumnado explica el criterio en sus propias palabras y reflexiona sobre su proceso de aprendizaje.

Este diseño permite analizar el aprendizaje desde una perspectiva centrada en la percepción, las estrategias utilizadas y la construcción conceptual, sin evaluar la corrección técnica de los ejemplos generados.

3.5. Instrumento: cuestionario de autoevaluación

El cuestionario se dividió en tres bloques: información contextual, proceso de creación y autoevaluación del aprendizaje (consultar la sección 8.1 del Anexo para ver las preguntas concretas). Se obtuvieron datos sobre dificultad, confianza, comprensión y transferencia, así como dos preguntas abiertas sobre explicación del criterio y reflexión sobre el proceso de aprendizaje.

3.6. Consideraciones éticas

La actividad formaba parte de una práctica puntuable de cada asignatura y los datos fueron anonimizados antes de su análisis. No se recogió información personal identificable.

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan las secciones que corresponden a cada pregunta de investigación.

4.1. Dificultad percibida en el trabajo con WCAG (RQ1)

El análisis de la dificultad percibida muestra diferencias claras entre las distintas fases del trabajo con los criterios WCAG (Consultar Figura 1). En términos generales, el estudiantado percibe que la tarea más compleja no es la comprensión del criterio, sino su aplicación práctica, especialmente en la creación de ejemplos no accesibles (NOA). En comparación, la creación de ejemplos accesibles (ACC) presenta una dificultad moderada, mientras que la comprensión inicial del criterio tiende a percibirse como la fase menos compleja. Este resultado sugiere que la dificultad no reside únicamente en la interpretación del estándar, sino en su traducción a situaciones concretas de diseño, sobre todo cuando se ha de crear un entorno no accesible. El análisis por universidad muestra variaciones en la percepción de dificultad, lo que puede estar relacionado con el perfil formativo del alumnado (diseño vs. ingeniería). Adicionalmente, la distribución de respuestas revela una variabilidad significativa en la percepción de dificultad, especialmente en la creación de ejemplos NOA, lo que indica que esta tarea depende en gran medida de factores individuales y de la interpretación del criterio.

Una revisión de las respuestas abiertas confirma este patrón: la mayor dificultad no está en comprender la definición del criterio, sino en localizar y justificar casos reales de incumplimiento.

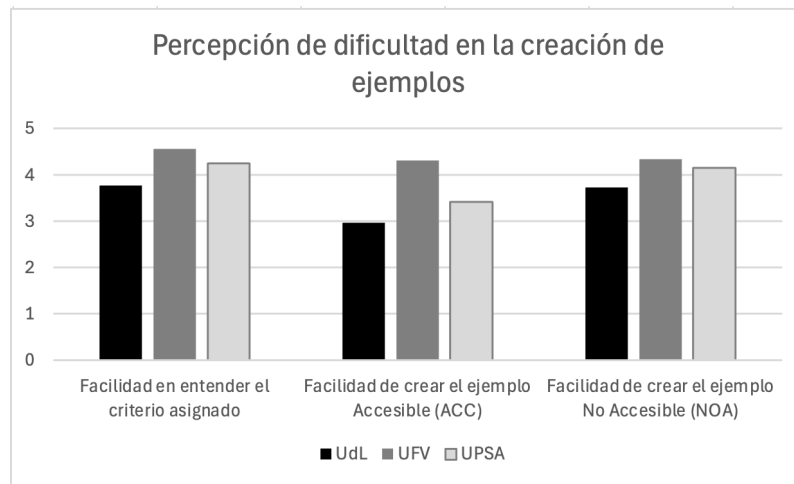


Figura 1. Percepción de dificultad de creación de los ejemplos de las pautas WCAG. Facilidad en entender el criterio asignado [1 = No entendí casi nada y 5 = Lo comprendí con claridad]; Facilidad de crear el ejemplo Accesible (ACC) y No Accesible (NOA) [1 = Muy difícil y. 5 = Muy fácil]

4.2. Estrategias, herramientas y proceso de creación (RQ2)

Se identifican tres estrategias principales: búsqueda de ejemplos reales, creación propia basada en documentación y uso de herramientas, incluida IA. Las herramientas se codificaron en cinco categorías no excluyentes: IA, inspección/prueba manual, validadores específicos, documentación y otros recursos de apoyo (Consultar la Tabla 2 en la sección 8.2 del Anexo).

Los resultados muestran que las categorías más frecuentes son la inteligencia artificial y las herramientas de inspección/prueba manual, seguidas por la documentación y los validadores específicos (Consultar Figura 2). Este patrón sugiere que el aprendizaje no se apoya en una única fuente, sino en combinaciones de recursos que permiten alternar comprensión conceptual, exploración de código y contraste con casos reales.

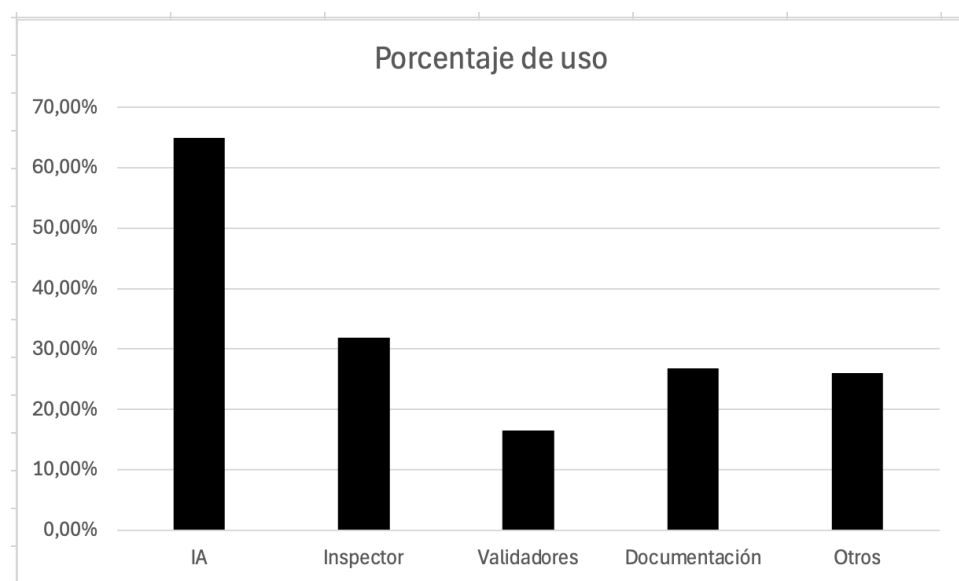


Figura 2. Uso declarado de herramientas y recursos durante la creación de ejemplos WCAG

El uso de IA se asocia con una menor dificultad percibida en la creación de ejemplos. En los ejemplos NOA, la facilidad media aumenta de 3.43 a 3.69 (+0.26), mientras que en ACC pasa de 4.06 a 4.18

(+0.12). Estos datos sugieren que la IA resulta especialmente útil en tareas con mayor dificultad inicial, aunque su efecto parece centrarse más en reducir la fricción de entrada que en consolidar una comprensión más profunda (Consultar la Figura 3).

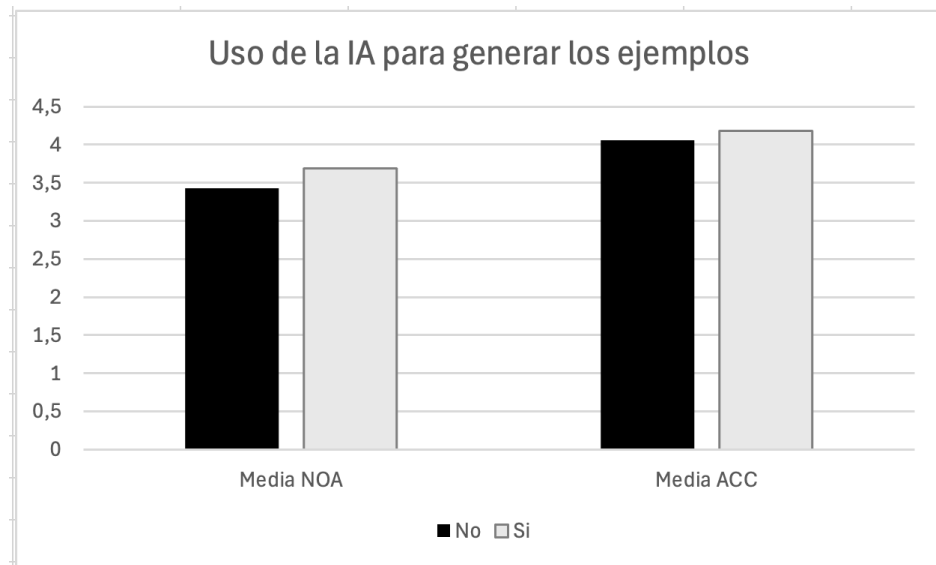


Figura 3. Uso de IA y facilidad en la creación de ejemplos (3.3. ¿Fue fácil o difícil crear el ejemplo accesible (ACC) y No accesible (NOA)? (1 = Muy difícil y 5 = Muy fácil)

4.3. Confianza en la comprensión y capacidad de transferencia (RQ2)

El análisis de las variables de autoevaluación indica que el estudiantado presenta niveles relativamente altos de percepción de comprensión y transferencia de los criterios WCAG. En concreto, la comprensión percibida alcanza una media de 4,62 sobre 5 (pregunta 3.5: “¿En qué medida comprendes para qué sirve este criterio en la práctica?”), mientras que la capacidad de transferencia obtiene una media de 4,46 sobre 5 (pregunta 3.6: “¿Podrías aplicar este criterio en otro proyecto o web distinta?”). Al desagregar los resultados según la confianza del estudiantado en la corrección de sus ejemplos (pregunta 3.4. ¿Qué seguridad tienes de que tus ejemplos son correctos? 1 = No estoy seguro y 5 = Totalmente seguro), se observa una brecha relevante: aquellos estudiantes con menor seguridad muestran valores más bajos tanto en comprensión (3,71 sobre 5) como en transferencia (3,5 sobre 5), frente a quienes sí confían en sus respuestas (Consultar la Figura 4).

Estos resultados sugieren que, aunque la percepción global es positiva, la falta de confianza se asocia con una menor consolidación real de la comprensión y la capacidad de aplicación, evidenciando la necesidad de reforzar estrategias que mejoren la seguridad del alumnado en contextos prácticos.

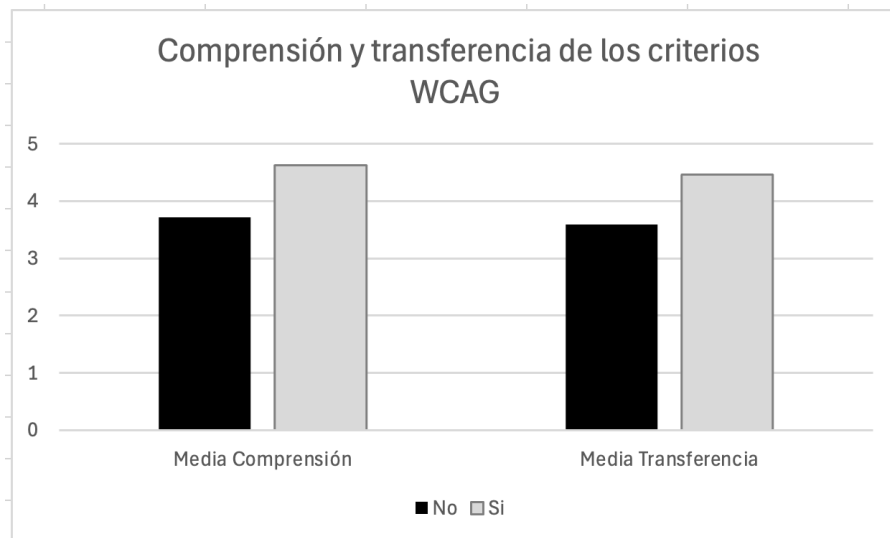


Figura 4. Confianza en la comprensión y transferencia de los criterios WCAG (3.4. ¿Qué seguridad tienes de que tus ejemplos son correctos? 1 = No estoy seguro y 5 = Totalmente seguro)

4.4. Análisis cualitativo de las respuestas abiertas (RQ3)

El análisis de las respuestas abiertas permite identificar patrones conceptuales en la forma en que el estudiantado interpreta y explica los criterios WCAG. Las respuestas abiertas fueron organizadas en cuatro categorías (correcta, simplificada, incompleta y errónea), en función de su adecuación conceptual al criterio WCAG correspondiente. Las respuestas en blanco se clasificaron como ausencia de respuesta (Consultar Figura 5).

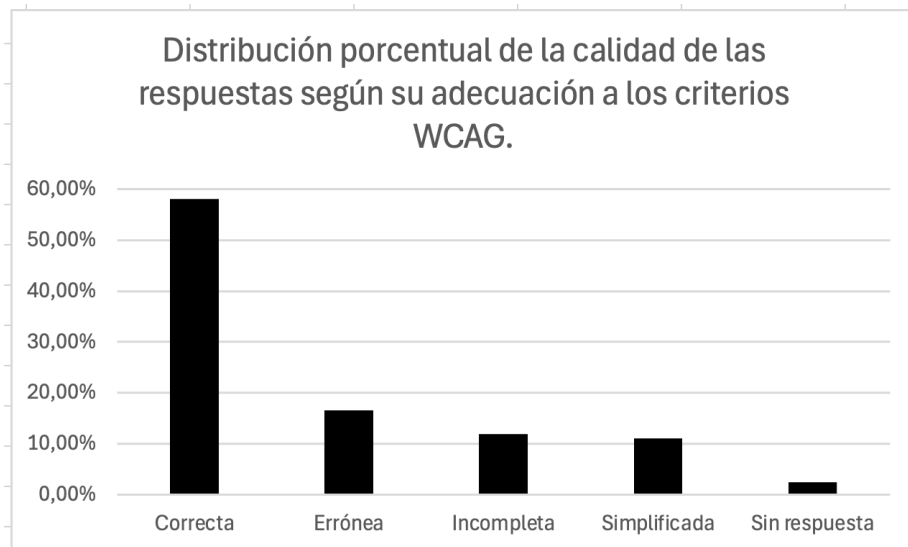


Figura 5. Distribución porcentual de la calidad de las respuestas según su adecuación a los criterios WCAG.

El 58.10% de las respuestas se clasificó como correcta, frente a un 39.53% de respuestas simplificadas, incompletas o erróneas, lo que indica una comprensión mayoritaria, aunque no plenamente consolidada. El alumnado suele captar la finalidad práctica (“que se entienda”, “que se pueda usar”, “que no dependa solo del color”), pero no siempre conserva con claridad el alcance técnico específico del subcriterio. Este resultado refuerza la idea de que la enseñanza de las WCAG requiere trabajar no solo el “qué” del criterio, sino también sus límites, matices y relación con otros criterios cercanos.

4.5. Análisis cualitativo de las observaciones personales

Las observaciones personales muestran tres patrones principales: comprensión de la accesibilidad como cuestión estructural y no solo visual, desarrollo de empatía hacia personas usuarias con discapacidad y dificultad para localizar ejemplos reales no accesibles. También se valoran positivamente la comparación ACC/NOA, el uso de herramientas y la experimentación práctica. Con el fin de profundizar en estos matices, la Tabla 3 (consultar la sección 8.3 del Anexo) presenta un análisis cualitativo ampliado con la distribución de los patrones por universidad.

En conjunto, las observaciones personales muestran que el aprendizaje de las WCAG no es únicamente un proceso técnico, sino también interpretativo y reflexivo. El alumnado no solo aplica criterios, sino que reconstruye progresivamente su comprensión a través de la práctica, la comparación y la interacción con herramientas, desarrollando al mismo tiempo una mayor conciencia del impacto real de la accesibilidad.

4.6. Síntesis de resultados

En síntesis, el aprendizaje de las WCAG según el trabajo de investigación llevado a cabo, se organiza en una secuencia basada en la taxonomía de Bloom (Bloom, 1971) que combina comprensión inicial, fricción cognitiva, apoyo en herramientas, experimentación y reconstrucción del modelo mental, tal como se resume en la Figura 6. El modelo de aprendizaje de la accesibilidad basado en el análisis cualitativo de las observaciones del alumnado, parte de la exposición inicial a los criterios, pasa por una fase de fricción cognitiva y se activa mediante la experimentación práctica, lo que favorece la comprensión estructural de la accesibilidad. Este proceso conduce a un cambio en el modelo mental del alumnado, promueve el desarrollo de empatía hacia las personas usuarias y culmina en la transferencia a contextos profesionales. En este proceso, se incluyen factores facilitadores, barreras y elementos compensatorios como el uso de herramientas o IA que minimizan la complejidad de la tarea.

El modelo de aprendizaje presentado en la Figura 6 ha surgido a raíz de observar las actividades y tareas que han realizado los alumnos y refleja la forma en la que estos aprenden e interiorizan los aspectos relacionados con las pautas WCAG.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Este trabajo analiza cómo el alumnado aprende accesibilidad web mediante una actividad basada en la creación y evaluación de ejemplos accesibles y no accesibles de criterios WCAG. Los resultados muestran que la principal dificultad no reside en la comprensión inicial del criterio, sino en su aplicación práctica, especialmente en la identificación y justificación de ejemplos no accesibles. Asimismo, el estudio evidencia un cambio desde una visión visual de la interfaz hacia una comprensión estructural basada en semántica, comportamiento e interpretación por tecnologías de asistencia. El uso de herramientas, incluida la inteligencia artificial, reduce la dificultad percibida, aunque no garantiza una comprensión más profunda. Además, la relación positiva entre comprensión y transferencia confirma la importancia de una base conceptual sólida para aplicar el conocimiento en nuevos contextos. Como línea futura, se plantea complementar este enfoque con la evaluación de la corrección técnica de los ejemplos y profundizar en las diferencias entre perfiles disciplinares.

Modelo de aprendizaje de la accesibilidad en el alumnado



Figura 6. Modelo de aprendizaje de la accesibilidad en el alumnado.

Agradecimientos: Los autores desean agradecer a los estudiantes que han participado en la actividad y en la recogida de datos, cuya colaboración ha sido fundamental para el desarrollo de este estudio.

6. REFERENCIAS

- Abou-Zahra, S., & Education and Outreach Working Group (EOWG). (2012). Before and after demonstration (bad example). World Wide Web Consortium (W3C). <https://www.w3.org/WAI/demos/bad/>
- Acosta-Vargas, P., Salvador-Ullauri, L., & Luján-Mora, S. (2023). A systematic review of web accessibility evaluation tools. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00932-6>
- Ahmetovic, D., et al. (2021). Accessibility issues in modern web development: Practices and challenges. *International Journal of Human-Computer Studies*.
- Alsaeedi, A. (2020). Comparing web accessibility evaluation tools and evaluating the accessibility of webpages: Proposed frameworks. *Information*, 11(1), 40. <https://doi.org/10.3390/info11010040>
- Ballesteros, E., Ribera, M., Pascual, A., & Granollers, T. (2015). Reflections and proposals to improve the efficiency of accessibility efforts. *Universal Access in the Information Society*, 14, 583–586. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0356-1>
- Bloom, B. S. (1971). *Taxonomía de los objetivos de la educación*. El Ateneo.
- European Telecommunications Standards Institute (ETSI). (2021). EN 301 549 V3.2.1: Accessibility requirements for ICT products and services. https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/03.02.01_60/en_301549v030201p.pdf
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Fundación ONCE. (2022). Formación curricular en accesibilidad y diseño para todas las personas en titulaciones técnicas relacionadas con las TIC. <https://biblioteca.fundaciononce.es/publicaciones/otras-editoriales/coleccion-accesibilidad/formacion-curricular-en-accesibilidad-y>
- Kane, S. K., Ladner, R. E., & Wobbrock, J. O. (2019). Accessible design for all: Understanding the role of accessibility in human-computer interaction. *Communications of the ACM*, 62(6), 62–71. <https://doi.org/10.1145/3310334>
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- Martins, B., & Duarte, C. (2024). A large-scale web accessibility analysis considering technology adoption. *Universal Access in the Information Society*, 23, 1857–1872. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-01010-0>
- Parthasarathy, P. D., Adler, R. F., Kletenik, D., Joshi, S., & Mittal, A. M. (2025). Skill, will, or both? Understanding digital inaccessibility from accessibility professionals' viewpoint. In *Proceedings of the Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–9).
- Pascual-Almenara, A., & Granollers Saltiveri, T. (2025). Improve communication of accessibility web barriers with an empathetic perspective to enhance the accessible user experience (AUX). *Universal Access in the Information Society*, 24, 3143–3163. <https://doi.org/10.1007/s10209-025-01188-5>

- Pascual-Almenara, A., Pedrero-Esteban, A., & Bautista, S. (2025) Evaluación de la comprensión de las pautas WCAG 2.1: Análisis de ejemplos prácticos en tres universidades españolas / Evaluation of the comprehension of WCAG 2.1 guidelines: Analysis of practical examples in three Spanish universities. Congreso Interacción 2025.
- Petrie, H., Savva, A., & Power, C. (2018). Towards a unified definition of web accessibility. In Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. <https://doi.org/10.1145/3173574.3173823>
- Putnam, C., Wozniak, K., Zefeldt, M., & Cheng, J. (2012). How do professionals who create computing technologies consider accessibility? Proceedings of the ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS).
- Renkl, A. (2014). Toward an instructionally oriented theory of example-based learning. *Cognitive Science*, 38(1), 1–37. <https://doi.org/10.1111/cogs.12086>
- Shinohara, K., et al. (2018). Accessibility in computing education: Barriers and opportunities. Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Unión Europea. (2019). Directiva (UE) 2019/882 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de abril de 2019, sobre los requisitos de accesibilidad de los productos y servicios. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:32019L0882>
- Universidad Francisco de Vitoria, Guía docente de la asignatura Human Computer Interaction, 2026. URL: https://notas.ufv.es/documentos/gd/5633_p.pdf (recuperado en junio de 2026)
- Universidad Pontificia de Salamanca, Guía docente de la asignatura Diseño, evaluación y desarrollo de interfaces, 2026. URL: https://adminpro.upsa.es/uploads/Diseno_Interfaces_Guia_Docente_Informatica_21_22_a6a5ba40ef.pdf (recuperado en junio de 2026)
- Universitat de Lleida, Guía docente de la asignatura Diseño Web del Grado Diseño Digital y nuevas tecnologías, 2024 26. URL: https://guiadocent.udl.cat/es/html/2024-25_102184 (recuperado en junio de 2026)
- W3C Web Accessibility Initiative (WAI). (2023). Web Accessibility Initiative (WAI). <https://www.w3.org/WAI/>
- WebAIM. (2026). The WebAIM Million. <https://webaim.org/projects/million/>
- World Wide Web Consortium (W3C). (2018). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>
- World Wide Web Consortium (W3C). (2026). Web accessibility laws & policies. <https://www.w3.org/WAI/policies/>
- Yesilada, Y., Brajnik, G., Vigo, M., & Harper, S. (2015). Exploring perceptions of web accessibility: A survey approach. *Behaviour & Information Technology*, 34(2), 119–134. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2013.848238>
- Zhang, X., et al. (2022). Understanding accessibility education in computing curricula. *ACM Transactions on Computing Education*.

ANEXO

A continuación, se incluyen diversos apartados con información relacionada del artículo

Lista de preguntas de la encuesta

Dirección web para cumplimentar el cuestionario: <https://forms.gle/KBPPeD6stHUsrvET8>

1. Información básica

- 1.1. Añade la dirección (URL) del ejemplo del criterio WCAG que has creado en la wiki:
- 1.2. Incluye el criterio que has creado en la wiki:
- 1.3. Incluye el subcriterio que has creado en la wiki:
- 1.4. Incluye la dirección web del subcriterio de la wiki (consultar: <https://www.wikiwcag.udl.cat/index.php/>):
- 1.5. Indica el nombre de tu universidad o curso:
- 1.6. Incluye tu nombre de usuario de la wiki:

2. Aporte personal

2.1. Proceso de creación:

Explica cómo has generado los ejemplos. Analiza brevemente tu metodología (investigación, creación propia, uso de IA, etc.):

2.2. Herramientas usadas:

Indica herramientas de evaluación, editores, IA o validadores que utilizaste:

2.3. Referencias complementarias:

Incluye solo las que te hayan ayudado realmente a entender el criterio o crear el ejemplo.
(Indica una herramienta o referencia por cada línea)

3. Autoevaluación del aprendizaje

- 3.1. ¿Fue fácil o difícil entender el criterio? 1 = No entendí casi nada | 5 = Lo comprendí con claridad
- 3.2. ¿Fue fácil o difícil crear el ejemplo no accesible (NOA)? 1 = Muy difícil | 5 = Muy fácil
- 3.3. ¿Fue fácil o difícil crear el ejemplo accesible (ACC)? 1 = Muy difícil | 5 = Muy fácil
- 3.4. ¿Qué seguridad tienes de que tus ejemplos son correctos? 1 = No estoy seguro | 5 = Totalmente seguro
- 3.5. ¿En qué medida comprendes para qué sirve este criterio en la práctica? 1 = No entiendo su utilidad | 5 = Puedo explicar claramente por qué es útil
- 3.6. ¿Podrías aplicar este criterio en otro proyecto o web distinta? 1 = No sabría hacerlo | 5 = Podría hacerlo sin problema
- 3.7. Explica este criterio como si se lo explicarás a un compañero: Resume el criterio con tus propias palabras:
- 3.8. Observaciones personales:
Qué aprendiste, qué te costó más, qué te resultó útil:

Diccionario de categorías de herramientas usadas por los alumnos

Las herramientas que utilizaron los alumnos para llevar a cabo la actividad de creación de ejemplos accesibles y no accesibles de las pautas WCAG, se codificaron en cinco categorías no excluyentes: IA, inspección/prueba manual, validadores específicos, documentación y otros recursos de apoyo

Tabla 2. Diccionario de categorías para la codificación de herramientas

Categoría	Descripción	Términos incluidos en las respuestas de los alumnos
Inteligencia artificial (IA)	Uso de sistemas de generación o asistencia automatizada durante el proceso de aprendizaje o creación de ejemplos	IA, inteligencia artificial, ChatGPT, Gemini, Gemini Pro, Google Gemini, Claude, Claude Code, Copilot, Grok, chatbot(s), asistente de IA
Herramientas de inspección y prueba manual	Exploración directa del código o evaluación manual de la interfaz mediante herramientas del navegador o interacción sin automatización	inspector, inspección, inspeccionar, DevTools, Chrome DevTools, Web Element Inspector, herramientas de desarrollo, developer tools, browser developer tools, F12, DOM, navegador, tabulación, teclado, navegación por teclado, keyboard-only testing
Validadores y herramientas específicas	Herramientas diseñadas para evaluar accesibilidad o validar aspectos técnicos de forma automatizada o asistida	WAVE, WAVE Evaluation Tool, HeadingsMap, Web Developer, Web Developer Toolbar, CCA, Colour/Color Contrast Analyser, contrast checker, Accessibility Insights, validator, validador, Markup Validator, Validation Service, Rastreador OAW, PEAT, NVDA, VoiceOver, lector de pantalla, Circles Bookmarklet
Documentación	Fuentes teóricas, normativas o materiales de apoyo utilizados para comprender los criterios WCAG	WCAG, WCAG Wiki, Wiki WCAG, WikiWCAG, W3C, OAW, Observatorio, guía(s), documentación oficial, PDF(s), Moodle, PAe, página de la asignatura
Otros recursos de apoyo	Herramientas auxiliares no específicas de accesibilidad utilizadas durante el proceso de trabajo	VS Code, Visual Studio Code, Visual Studio, editor de texto, editor básico, Word, Google Docs, Google Forms, smartphone, cronómetro, capturas, recortes, Photoshop, Live Server, CodePen

Análisis cualitativo de las respuestas de los alumnos

Análisis cualitativo ampliado con la distribución de los patrones por universidad obtenidos de las respuestas cualitativas de los alumnos.

Tabla 3. Análisis cualitativo ampliado de las observaciones del alumnado. Universitat de Lleida (UdL), Universidad Francisco de Vitoria (UFV) y Universidad Pontificia de Salamanca (UPSA).

Dimensión	Patrón observado	Ejemplos de contenido	UdL (Diseño Web)	UFV (HCI)	UPSA (Interfaces)
Aprendizaje conceptual	Accesibilidad como estructura, no apariencia	semántica HTML, DOM, foco, contraste	Frecuente, progresivo	Frecuente, orientado a usuario	Muy frecuente, técnico
Aprendizaje técnico	Relación criterio–implementación	labels, ARIA, teclado	Variable	Medio	Alto nivel técnico
Cambio de modelo mental	Visual → estructural	“el código importa”	Presente	Marcado	Muy marcado
Conciencia y empatía	Barreras reales de uso	discapacidad, lectores pantalla	Fuerte	Muy fuerte (UX)	Técnica
Percepción de lo invisible	Elementos no visibles	aria-live, idioma, foco	Emergente	Moderado	Muy desarrollado
Dificultades principales	Encontrar ejemplos NOA	“no encontraba casos”	Muy frecuente	Frecuente	Muy frecuente
Dificultades conceptuales	Interpretación WCAG	niveles, ARIA	Altas	Moderadas	Moderadas
Dificultades técnicas	Implementación	código	Altas	Bajas-medias	Moderadas
Dificultades instrumentales	Uso de la wiki	formato, subida	Altas	Bajas	Bajas
Recursos: comparación	ACC vs NOA	contraste	Muy valorado	Muy valorado	Muy valorado
Recursos: herramientas	Herramientas análisis	WAVE, inspector	Frecuente	Frecuente	Muy frecuente
Recursos: experimentación	Práctica activa	teclado, zoom	Frecuente	Frecuente	Frecuente
Apoyo externo	IA y documentación	ChatGPT, guías	Alto	Medio	Bajo
Transferencia	Aplicación futura	“lo usaré”	Presente	Muy presente	Presente
Valoración	Utilidad percibida	profesional	Alta	Muy alta (UX)	Alta (técnica)