



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO,
PUBLICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL
CONTENIDO MULTIMEDIA
ACCESIBLE EN LA WEB

Tania Acosta Hurtado



Tesis **Doctorales**

UNIVERSIDAD de ALICANTE

Unitat de Digitalització UA

Unidad de Digitalización UA



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN
INFORMÁTICA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Lineamientos para el diseño,
publicación y evaluación del contenido
multimedia accesible en la Web

Tania Aleyda Acosta Hurtado

Tesis presentada para aspirar al grado de
DOCTORA POR LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

DOCTORADO EN INFORMÁTICA

Dirigida por:

Dr. Sergio Luján Mora

Noviembre 2020

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada con todo mi amor para mi hija Prisca, quien es mi motivación y soporte para el cumplimiento de esta y todas mis metas. Ella ha sabido brindarme todo su apoyo y cariño para no desmayar y seguir siempre adelante. A mis padres Gonzalo y Judith por estar pendiente de mi, a mis hermanos Grace, Mónica, Javier y Andrés por brindarme siempre su apoyo.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Agradecimientos

Gracias a Dios por bendecirme cada día y brindarme la oportunidad de cumplir con este reto. Un agradecimiento muy especial a Sergio Luján Mora, mi director, quien con sus conocimientos, paciencia, dedicación, motivación y amistad me guió de forma excepcional durante todos los años de desarrollo de esta investigación. Los resultados de este arduo trabajo se ven plasmados en esta tesis.

A la Escuela Politécnica Nacional, y en particular al Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información (DETRI) de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica por respaldar mis estudios de doctorado y por el apoyo recibido durante el proceso de publicación de varios artículos. A todos mis amigos y compañeros quienes me han apoyado siempre a seguir adelante. Mi sincero y profundo agradecimiento a todos ustedes.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Alicante, 25 de julio de 2020
Tania Aleyda Acosta Hurtado

Resumen

Actualmente, vivimos en una era en la que probablemente la Web es la tecnología de la información y comunicación más importante, ya que proporciona acceso instantáneo a una fuente de información casi ilimitada desde cualquier lugar y en cualquier momento. Esta información es accedida a través del hipertexto, imágenes y contenido multimedia. Sin embargo, a pesar del avance tecnológico y la disponibilidad de estándares que guían la creación y publicación de contenido web accesible, millones de personas con discapacidades y adultos mayores enfrentan dificultades para acceder al contenido Web.

Dado el momento histórico en el cual esta investigación se ha desarrollado, destacamos el hecho de que, debido a la pandemia de coronavirus, miles de instituciones educativas y millones de estudiantes han experimentado una transición abrupta e inesperada, de la modalidad presencial a la modalidad virtual. La mayoría de instituciones se han visto obligadas a continuar sus actividades académicas implementando sistemas de aprendizaje a distancia a gran escala, con plataformas educativas que se caracterizan por el uso masivo de videos. Esta “nueva normalidad” ha afectado particularmente a los estudiantes con discapacidades, ya que, en los últimos meses la brecha digital se ha acrecentado aún más, debido a falta de accesibilidad del contenido multimedia publicado en la Web. Problema que ha sido evidenciado desde hace algunos años en los cursos en línea masivos y abiertos (*Massive Open Online Courses*, MOOC).

Esta tesis se desarrolló en tres fases y presenta un conjunto de lineamientos que aportan al diseño, publicación y evaluación del contenido multimedia accesible en la Web. Se han considerado fundamentalmente los tres estándares recomendados por el World Wide Web Consortium (W3C). Las *Pautas de accesibilidad al contenido web 2.0 y 2.1* (*Web Content Accessibility Guidelines*, WCAG 2.0 y WCAG 2.1), las *Pautas de accesibilidad de las herramientas de autor 2.0* (*Authoring Tool Accessibility Guidelines*, ATAG 2.0) y las *Pautas de accesibilidad de los agentes de usuario 2.0* (*User Agent Accessibility Guidelines*, UAAG 2.0).

La primera fase se llevó a cabo entre los años 2016-2018, y se enfocó en el estudio de la accesibilidad de los sistemas de gestión de aprendizaje (*Learning Management System*, LMS), los editores de contenido en línea y los sitios web de instituciones de

educación superior (IES). Los resultados fueron presentados en cuatro artículos, tres de ellos están publicados en los *Proceedings of the 8th International Conference on Education and New Learning Technologies* (EDULEARN 2016), en los *Proceedings of the 9th International Conference on Education Technology and Computers* (ICETC 2017) y en los *Proceedings of the International Conference on Information Technology and Systems* (ICITS 2018). El cuarto estudio se publicó en la revista científica Enfoque UTE Edición Especial, dedicada a la *International Conference on Information Systems and Computer Science 2016* (INCISCOS 2016).

En el primer artículo se realizó un análisis comparativo del estado de la accesibilidad de tres LMS, dos de ellas de código abierto, Moodle y Sakai, mientras que la tercera plataforma fue desarrollada por una IES. La evaluación se realizó manualmente considerando las recomendaciones dadas en las WCAG 2.0. Los resultados nos permitieron identificar algunos problemas de accesibilidad relacionados con el proceso de aprendizaje virtual (e-learning). Por ejemplo, se evidenciaron problemas relacionados con el “manejo del contenido multimedia” y las “herramientas de autor”.

El segundo artículo se enfocó en la evaluación de la accesibilidad de los sitios web de todas las IES ecuatorianas ubicadas en las categorías A, B, C y D, clasificación realizada con el Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Calidad (CEAACES). Uno de los resultados más importantes fue la identificación de 8,970 elementos no accesibles. Se demostró el incumplimiento de algunas características básicas recomendadas por las WCAG 2.0. Adicionalmente, observamos que la herramienta automática eXaminator, usada en el proceso de evaluación, no reportó los problemas relacionados con la accesibilidad de la multimedia. De esta forma, se identificó al estudio de accesibilidad de la multimedia como una posible línea de investigación, en la que se podía realizar una contribución importante.

Los siguientes dos estudios se enfocaron en el análisis de la accesibilidad de los editores de contenido en línea incluidos en los LMS. En estas investigaciones se consideraron las WCAG 2.0 y la parte B de ATAG 2.0. Como resultado, se propuso un método que incluyó 63 características de accesibilidad que deberían cumplir las imágenes, los encabezados y las tablas. Posteriormente, se aplicaron 15 de las 63 características propuestas, las cuales estuvieron orientadas en la creación de encabezados accesibles a través de los editores en línea. Los editores TinyMCE y Atto disponibles en Moodle fueron considerados como casos de estudio. Los resultados demostraron que estos editores tienen un amplio camino por recorrer para ser totalmente accesibles.

La segunda fase de esta investigación se desarrolló entre los años 2018-2019. En esta fase se analizó en profundidad la accesibilidad tanto de los videos grabados como de los reproductores de videos usados en los MOOC. Como resultado, dos artículos fueron publicados en los *Proceedings of the 11th International Conference on Education and New Learning Technologies* (EDULEARN 2019).

En el primer estudio se abordó el cumplimiento de ocho criterios de éxito propuestos en las WCAG 2.1: subtítulos, audiodescripción, audiodescripción o medio alternativo, audiodescripción extendida, lengua de señas, medio alternativo, sonido de fondo bajo o ausente e idioma de las partes. Como resultado, se plantearon 11 lineamientos de accesibilidad que permiten crear videos grabados accesibles para las personas con discapacidad visual, auditiva, cognitiva y adultos mayores. Estos lineamientos fueron

aplicados en la evaluación de 60 videos incluidos en 30 MOOC ofertados por las 10 plataformas más populares. Los resultados evidenciaron algunos problemas de accesibilidad, los cuales vulneran uno de los derechos humanos, el cual es el acceso a la educación sin discriminación.

El segundo estudio se enfocó en el análisis de los requisitos de accesibilidad de los reproductores de video. En este trabajo se propusieron 125 lineamientos de accesibilidad, considerando 44 criterios de éxito propuestos por la UAAG 2.0. Los requisitos propuestos fueron aplicados en la evaluación de seis reproductores de video: Elmedia, Media Player Classic, QuickTime player para Mac, UMPlayer para Mac, VLC Media Player y YouTube. Los resultados demostraron que las personas con discapacidad y los adultos mayores enfrentan varias dificultades durante el acceso a las alternativas textual y auditiva. Esta investigación resalta la importancia de la accesibilidad tanto del contenido multimedia como de los reproductores de video.

La tercera fase de esta investigación, se desarrolló entre los años 2019-2020. Como resultado del trabajo realizado, se publicaron dos artículos en la revista IEEE Access. Esta revista tiene un factor de impacto 3.745 clasificada en el primer cuartil (Q1) de acuerdo al *Journal Citation Reports* (JCR) de la base de datos bibliográfica *Web of Science* (WOS), así como también tiene un índice de impacto 0.775 de acuerdo al *Scimago Journal Rank* (SJR) de la base de datos Scopus. En esta fase, la investigación se enfocó por una parte, en una propuesta inédita de 278 técnicas que guían a los autores, a los diseñadores, a los programadores y a los evaluadores en el proceso de publicación de contenido multimedia accesible en la Web considerando básicamente la parte B de ATAG 2.0.

Posteriormente, se validaron algunas de las técnicas y lineamientos propuestos durante todo el tiempo de duración de este programa de doctorado. En el último artículo se presentó el resultado de la evaluación de la accesibilidad de 91,421 videos grabados. Estos videos estaban publicados en YouTube por 113 universidades, ubicadas entre las mil mejores del mundo de acuerdo al *Shanghai Ranking*. Se realizó un profundo análisis estadístico del cumplimiento de características de accesibilidad tales como, los subtítulos, la transcripción textual, la audiodescripción, el medio alternativo, entre otros. También se evaluó la accesibilidad de la plataforma YouTube, demostrándose que esta plataforma carece de funciones que permitan a los usuarios asociar audiodescripción, audiodescripción extendida o un video con la interpretación en lengua de señas. No obstante, YouTube ofrece la posibilidad de generar automáticamente subtítulos y transcripción textual en varios idiomas. Esto sin duda es de gran ayuda para los usuarios, pero no suficiente para cumplir con las WCAG 2.1.

Los resultados obtenidos en esta investigación resaltan la necesidad urgente de mejorar el bajo nivel actual de accesibilidad de los videos educativos, así como de los videos publicados en la Web.

Abstract

Currently, we live in an era in which the Web is probably the most important information and communication technology, providing instant access to an almost unlimited source of information from anywhere and at any time. This information is accessed through hypertext, images and multimedia content. However, despite the technological advancement and the availability of standards that guide the creation and publication of accessible web content, millions of people with disabilities and older adults face difficulties accessing web content.

Given the historical moment in which this research has been developed, we highlight the fact that, due to the coronavirus pandemic, thousands of educational institutions and millions of students have experienced an abrupt and unexpected transition, from the face-to-face mode to the virtual mode. Most institutions have been forced to continue their academic activities by implementing large-scale distance learning systems, with educational platforms characterized by the massive use of videos. This “new normal” has particularly affected students with disabilities, since in recent months the digital gap has widened even more, due to the lack of accessibility of multimedia content published on the Web. Problem that has been evidenced for some years in massive and open online courses (Massive Open Online Courses, MOOC).

This thesis was developed in three phases and presents a set of guidelines that contribute to the design, publication and evaluation of multimedia content accessible on the Web. The three standards recommended by the World Wide Web Consortium (W3C) have been basically considered. The Web Content Accessibility Guidelines 2.0 and 2.1 (WCAG 2.0 and WCAG 2.1), the Authoring Tool Accessibility Guidelines, (ATAG 2.0) and the User Agent Accessibility Guidelines (UAAG 2.0).

The first phase was carried out between the years 2016-2018, and focused on the study of the accessibility of Learning Management System (LMS), online content editors and websites of higher education institutions (HEIs). The results were presented in four articles, three of them are published in the Proceedings of the 8th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2016), in the Proceedings of the 9th International Conference on Education Technology and Computers (ICETC 2017) and in the Proceedings of the International Conference on

Abstract

Information Technology and Systems (ICITS 2018). The fourth study was published in the scientific journal *Enfoque UTE Special Edition*, dedicated to the International Conference on Information Systems and Computer Science 2016 (INCISCOS 2016).

In the first article, a comparative analysis of the accessibility status of three LMS was carried out, two of them open source, Moodle and Sakai, while the third platform was developed by an IES. The evaluation was carried out manually considering the recommendations given in the WCAG 2.0. The results allowed us to identify some accessibility problems related to the virtual learning process (e-learning). For example, problems related to the “management of multimedia content” and the “authoring tools” were evident.

The second article focused on the evaluation of the accessibility of the websites of all Ecuadorian HEIs located in categories A, B, C and D, a classification made by the Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Calidad (Quality Assurance and Accreditation Evaluation Council, QAAEC). This evaluation was carried out using the automatic eXaminator tool. One of the most important results was the identification of 8,970 non-accessible elements. Non-compliance with some basic characteristics (level A) recommended by WCAG 2.0 was demonstrated. Additionally, we noticed that eXaminator did not report accessibility problems related to multimedia. In this way, the study of multimedia accessibility was identified as a possible line of research, in which an important contribution could be made.

The following two studies focused on the analysis of the accessibility of the online content editors included in the LMS. WCAG 2.0 and Part B of ATAG 2.0 were considered in these investigations. As a result, it was proposed a method that included 63 characteristics or guidelines that images, headings, and tables should meet to make them accessible. Subsequently, 15 of the 63 proposed features were applied, which were aimed at creating accessible headlines through online editors. The TinyMCE and Atto editors available in Moodle were considered as case studies. It was evident that these editors have a long way to go to be fully accessible.

The second phase of this research was developed between the years 2018-2019. In this phase, the accessibility of both the prerecorded videos and the video players used in MOOCs was analyzed in depth. As a result, two articles were published in the Proceedings of the 11th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN 2019).

The first study was based on meeting eight WCAG 2.1 success criteria: captions, audio description, extended audio description, audio description or media alternative, sign language, media alternative, low or no background audio, and language of part. As a result, it was proposed 11 accessibility features that allow the creation of prerecorded videos accessible to people with visual, hearing, cognitive disabilities and the elderly. These guidelines were applied in the evaluation of 60 videos included in 30 MOOCs offered by the 10 most popular platforms. The results showed some accessibility problems, which violate one of the human rights, which is the access to education without discrimination.

The second study focused on the analysis of the accessibility requirements of video players in virtual learning. In this work, it was proposed 125 accessibility guidelines that video players should meet, considering 44 success criteria proposed by UAAG 2.0. The

proposed requirements were applied in the evaluation of six video players: Elmedia, Media Player Classic, QuickTime player for Mac, UMPlayer for Mac, VLC Media Player and YouTube. The results showed that elderly and people with face various difficulties when accessing textual and auditory alternatives. This research highlights the importance of the accessibility of both multimedia content and video players.

The third phase of this research was developed between the years 2019-2020. As a result of the work carried out in this phase, two articles were published in the IEEE Access journal, which has an impact factor 3.745 classified in the first quartile (Q1) according to the Journal Citation Reports (JCR) of the bibliographic database Web of Science (WOS) and Scopus (SJR) impact index 0.775. In this phase, the research was focused one hand, on a proposal of 278 novel techniques that guide authors, designers, programmers and testers in the publication of accessible multimedia on the Web, basically considering the ATAG 2.0 part B. It is important to note that to date, the W3C has not published the techniques that guide compliance with ATAG 2.0.

Subsequently, some of the techniques and guidelines proposed were validated throughout the duration of this doctoral program. The last article presented the results of the evaluation of the accessibility of 91,421 prerecorded videos. These videos were posted on YouTube by 113 universities, ranked among the top 1,000 in the world according to the Shanghai Ranking. A deep statistical analysis of compliance with accessibility characteristics such as captions, textual transcription, audio description, and media alternative prerecorded among others, was carried out. The accessibility characteristics of the YouTube platform were also evaluated, showing that this platform does not have implemented functions that allow users to associate audio description, extended audio description or a video with the interpretation in sign language. However, YouTube offers the ability to automatically generate captions and textual transcription in multiple languages. This is certainly of great help to users, but not enough to comply with the accessibility guidelines proposed in WCAG 2.1.

The results obtained in this research highlight the urgent need to improve the current low level of accessibility of educational videos as well as videos published on the Web.

Glosario

Accesibilidad web Es una característica provista a las páginas web, que permite que todas las personas puedan acceder a su contenido, independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas.

ATAG (Authoring Tool Accessibility Guidelines) Es un estándar que contiene un conjunto de pautas que deben cumplir las herramientas de autor para ser accesibles y generar contenidos también accesibles.

Audiodescripción Narración agregada a la pista de sonido para describir los detalles visuales importantes que no se pueden entender sólo con la pista de sonido principal.

Audiodescripción extendida Audiodescripción que se agrega a una presentación audiovisual poniendo en pausa el vídeo, de manera que haya tiempo suficiente para agregar una descripción adicional.

IES (Institución de Educación Superior) Es una institución que brinda la última fase del proceso de aprendizaje académico. Es impartida en las universidades, institutos superiores o academias de formación técnica. La enseñanza que ofrece la educación superior es a nivel profesional.

Lengua de señas o signos Idioma que emplea combinaciones de los movimientos de manos y brazos, expresiones faciales o posiciones del cuerpo para transmitir un significado.

LMS (Learning Management Systems) Son plataformas informáticas que se utilizan para administrar, distribuir, controlar y evaluar las actividades académicas dentro de un proceso de enseñanza en línea.

MOOC (Massive Online Open Courses) Son cursos a distancia brindados por internet, al que se puede matricular cualquier persona y no tiene límite de participantes.

- Multimedia sincronizada** Audio o vídeo sincronizado con otro formato para presentar información y/o con componentes interactivos basados en el tiempo, excepto cuando se trata de un contenido multimedia alternativo al texto y está claramente identificado como tal.
- Subtítulos para sordos** Alternativa visual y/o alternativa textual, sincronizada, para la información sonora necesaria para comprender el contenido multimedia, que puede ser tanto hablada como no hablada.
- TIC** (Tecnologías de la Información y la Comunicación) Son un conjunto de tecnologías aplicadas para proveer a las personas de la información y comunicación, a través de medios tecnológicos de última generación.
- UAAG** (User Agent Accessibility Guidelines) Es un estándar que contiene un conjunto de pautas que explican cómo hacer que los agentes usuarios sean accesibles para las personas con discapacidad. Los agentes de usuario incluyen navegadores, extensiones de navegador, reproductores multimedia, lectores y otras aplicaciones que reproducen contenido web.
- WAI** (Web Accessibility Initiative) Es una iniciativa del W3C que persigue la accesibilidad de la Web a través de cinco actividades principales: asegurando que las tecnologías centrales de la web soporten accesibilidad, desarrollando directrices para contenido web, agentes de usuario y herramientas de creación, facilitando el desarrollo de herramientas de evaluación y reparación de accesibilidad, llevando a cabo actividades de educación y divulgación, coordinando la investigación y el desarrollo que pueda afectar la accesibilidad futura de la Web.
- WCAG** (Web Content Accessibility Guidelines) Es un estándar que contiene un conjunto de pautas, que explican cómo crear contenido web accesible para personas con discapacidad.
- W3C** (World Wide Web Consortium) Es un consorcio internacional que genera recomendaciones y estándares que aseguran el crecimiento de la World Wide Web a largo plazo.

Índice general

Dedicatoria	I
Agradecimientos	III
Resumen	V
Abstract	IX
Glosario	XIII
Índice de figuras	XIX
Índice de tablas	XXI

I SÍNTESIS	1
1 Introducción	3
1.1 Motivación	3
1.2 Objetivos	5
1.3 Hipótesis	6
1.4 Método de trabajo	6
1.5 Estructura de la tesis	11
1.6 Convenciones de escritura	13

2	Publicaciones y visibilidad	15
2.1	Publicaciones	15
2.1.1	Revistas	15
2.1.2	Congresos	16
2.2	Visibilidad	18
2.2.1	Perfil ORCID	18
2.2.2	Perfil Mendeley	18
2.2.3	Perfil ResearchGate	21
2.2.4	Perfil Publons	21
2.2.5	Perfil IEEE Xplore	21
2.2.6	Página personal de la autora	21
2.3	Reconocimientos	24
3	Descripción del trabajo realizado	31
3.1	Caracterización del problema	31
3.2	Recopilación del estado de la cuestión	34
3.2.1	Diseño Universal	34
3.2.2	Estándares de accesibilidad web propuestos por W3C	35
3.2.2.1	Pautas de accesibilidad al contenido web (WCAG)	35
3.2.2.2	Pautas de accesibilidad de las herramientas de autor (ATAG)	38
3.2.2.3	Pautas de accesibilidad de los agentes de usuario (UAAG)	39
3.2.3	Multimedia accesible	39
3.2.3.1	Contenido multimedia en HTML 5	41
3.2.3.2	Reproductores de video y navegadores web	43
3.3	Resultados obtenidos	43
3.3.1	Estudio comparativo de los niveles de accesibilidad de LMS que apoyan el aprendizaje en línea: estudio de caso Moodle, Sakai y una plataforma propietaria	43
3.3.2	Análisis de la accesibilidad de los sitios web de las universidades ecuatorianas de excelencia	44
3.3.3	Método para evaluar la accesibilidad de los editores de contenido en línea	48
3.3.4	Método para evaluar la accesibilidad de los encabezados creados en los editores de contenido en línea	50
3.3.5	Análisis de la accesibilidad de los videos educativos en los MOOC	54

3.3.6	Análisis de la accesibilidad de los reproductores de video incluidos en el aprendizaje electrónico	55
3.3.7	Técnicas para la publicación de contenido multimedia accesible en la web	59
3.3.8	Evaluación de accesibilidad web de videos publicados en YouTube por las mejores universidades a nivel mundial	65
II	COMPENDIO DE ARTÍCULOS	71
4	Compendio	73
5	Comparison from the Levels of Accessibility on LMS Platforms that Supports the Online Learning System	75
6	Análisis de la Accesibilidad de los Sitios Web de las Universidades Ecuatorianas de Excelencia	79
7	Method for Accessibility Assessment of Heading in Online Editors	83
8	Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors	87
9	Analysis of Accessibility Requirements for Video Players on e-learning	91
10	Analysis of the Accessibility of Educational Videos in Massive Open Online Courses	95
11	Techniques for the Publication of Accessible Multimedia Content on the Web	99
12	Web Accessibility Evaluation of Videos Published on YouTube by Worldwide Top-ranking Universities	103
III	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	107
13	Conclusiones y Aportes	109
13.1	Conclusiones	109
13.2	Aportes	111
14	Trabajos futuros	113



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Índice de figuras

1.1 Fases del desarrollo de la investigación doctoral	7
2.1 Perfil de la autora en ORCID	20
2.2 Perfil de la autora en Mendeley	20
2.3 Perfil de la autora en ResearchGate	22
2.4 Perfil de la autora en Publons	23
2.5 Perfil de la autora en IEEE Xplore	24
2.6 Página personal de la autora	25
2.7 Perfil de la autora en Scopus	26
2.8 Perfil de la autora en WOS	26
2.9 Perfil de la autora en Google Scholar	27
2.10 Perfil de la autora en Digital Bibliography & Library Project	27
2.11 Reconocimiento al primer lugar índice de producción científica de la autora - Escuela Politécnica Nacional 2017	28
2.12 Reconocimiento a la producción científica de la autora - Universidad UTE 2018	29
3.1 Principios del diseño universal	34
3.2 Estándares de accesibilidad web propuestas por el W3C	36
3.3 Principios y pautas de las WCAG 2.1 - ATAG 2.0 - UAAG 2.0	37
3.4 Captura de pantalla de un video con subtítulos en tres idiomas	41
3.5 Accesibilidad de los LMS Moodle, Sakai y ABC	45
3.6 Incumplimiento de los principios de accesibilidad y niveles de accesibili- dad de las WCAG 2.0 en los sitios web de las universidades ecuatorianas	47

Índice de figuras

3.7	Porcentaje de incumplimiento de los principios de accesibilidad de las WCAG 2.0 en sitios web de universidades ecuatorianas	48
3.8	Resultado de la evaluación de la accesibilidad de universidades ecuatorianas	49
3.9	Método para evaluar encabezados, imágenes y tablas creados en editores en línea	51
3.10	Funcionalidades de los editores para proveer encabezados, tablas e imágenes accesibles	52
3.11	Método propuesto para evaluar la accesibilidad de los encabezados creados en editores de contenido en línea	53
3.12	Errores de anidamiento de encabezados creados en editores de contenido en línea	54
3.13	Cumplimiento de criterios de accesibilidad de WCAG 2.1 - Videos incluidos en MOOC educativos	56
3.14	Nivel de accesibilidad de las plataformas educativas	56
3.15	Cumplimiento de accesibilidad de los reproductores de video	58
3.16	Método usado en la propuesta de técnicas de ATAG 2.0 orientadas a publicar multimedia accesible	60
3.17	Distribución de las universidades que conforman la muestra por región	66
3.18	Diagrama de caja y bigotes del total de videos con subtítulos publicados por las mejores universidades del mundo	68
3.19	Tendencia de los videos más nuevos, populares y antiguos con subtítulos sobre el ranking mundial	70
4.1	Línea de tiempo de las publicaciones incluidas en el compendio	74

Índice de tablas

1.1	Publicaciones que aportan al cumplimiento de los objetivos de esta tesis	12
2.1	Descripción de las revistas en donde se han publicado los artículos de la presente tesis	16
2.2	Descripción de los congresos en donde se han publicado los artículos de la presente tesis	17
2.3	Perfiles de la autora de la tesis en redes sociales académicas	19
3.1	Técnicas orientadas al cumplimiento de WCAG 2.1	38
3.2	Elementos HTML para la multimedia	42
3.3	Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.2.2.2 de las ATAG 2.0	62
3.4	Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.2.3.2 de las ATAG 2.0	63
3.5	Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.2.5.1 de las ATAG 2.0	63
3.6	Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.3.1.1 de las ATAG 2.0	64
3.7	Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.3.1.2 de las ATAG 2.0	65
3.8	Información de las universidades que conforman la muestra	66
3.9	Universidades por región y total de los videos evaluados	67

Parte I

SÍNTESIS

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1 Introducción

1.1. Motivación

La Web fue creada por Tim Berners-Lee en noviembre de 1990 mientras trabajaba en el Laboratorio Europeo de Investigación en Física de Partículas (*European Organization for Nuclear Research*, CERN) (CERN, 2020; World Wide Web Foundation, 2020). Tim Berners-Lee creó un sistema de hipertexto que permitía compartir la gran cantidad de información generada en el CERN. En 1993, el CERN tomó la decisión de garantizar la gratuidad de la web, colocando en el dominio público el software cliente y servidor de la Web (CERN, 2013). A partir de ese momento la Web se abrió al mundo y ha evolucionado a lo largo de los últimos años, de tal manera que en la actualidad la Web permite compartir además del hipertexto, la información contenida en imágenes, audio y video (Saverimoutou, Mathieu, y Vaton, 2020).

La influencia de la Web en nuestras vidas es tan significativa, que en la actualidad incluso hemos cambiado la manera de realizar nuestras actividades diarias. En el caso de las personas con discapacidades, el potencial que tiene la Web podría aportar a mejorar su calidad de vida (Luján-Mora, 2016). En contraste a ello, se ha evidenciado el aumento de la brecha digital, la cual afecta principalmente a las personas con discapacidades y a los adultos mayores. Las posibles causas que provocan que millones de personas no puedan acceder al contenido publicado en la Web, son los problemas relacionados con las fases de diseño y desarrollo, ya que no siempre los diseñadores, los programadores o creadores de contenido web cuentan con sólidos conocimientos en la accesibilidad web. Es importante tomar en cuenta que la accesibilidad web es una característica que permite que todas las personas, independientemente del hardware, software, idioma, ubicación y capacidad, puedan acceder al contenido publicado en la Web (World Wide Web Consortium, 2018a).

En concreto, la accesibilidad web hace referencia a un diseño web que permite a las personas percibir, entender, navegar e interactuar con la Web (World Wide Web Consortium, 2018a). A nivel mundial, el máximo organismo que regula las tecnologías que

1 Introducción

conforman la Web es el World Wide Web Consortium (W3C) y su grupo de trabajo Web Accessibility Initiative (WAI). Con el propósito de lograr la accesibilidad de todos los componentes que integran e interactúan en la Web, el W3C ha desarrollado las Pautas de accesibilidad al contenido web (*Web Content Accessibility Guidelines*, WCAG), las pautas de accesibilidad de las herramientas de autor (*Authoring Tool Accessibility Guidelines*, ATAG) y las pautas de accesibilidad de los agentes de usuario (*User Agent Accessibility Guidelines*, UAAG 2.0). A pesar del compromiso del W3C para que la Web sea accesible y su potencial sea usado por todos los seres humanos, millones de personas con discapacidad y adultos mayores son excluidos del acceso a la información publicada en la Web.

La falta de accesibilidad web es tan grave que algunas personas enfrentan barreras imposibles de superar. Por consiguiente, se vulnera uno de los derechos humanos consagrado en la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ([United Nations, 2006](#)). Por ejemplo, en el caso de las personas con discapacidad visual que usan lectores de pantalla, algunos de los elementos que presentan mayores problemas de accesibilidad son: el acceso al contenido multimedia, los *captcha*, los enlaces que no tienen sentido fuera del contexto en el que se encuentran y la falta de texto alternativo o texto alternativo inadecuado en las imágenes, entre otros. En el caso de las personas con discapacidad auditiva, en algunos casos es de utilidad el uso de audífonos que amplifican el sonido, pero en otros casos es imprescindible que las personas puedan acceder a los subtítulos, como también a un video con la interpretación en lengua de señas.

Hoy en día, la educación así como el acceso a los sistemas y tecnologías de información y comunicación (TIC) constituyen un derecho humano para las personas con discapacidades. En el ámbito educativo, la educación virtual o e-learning ha tomado gran preponderancia; sin embargo, las dificultades que deben vencer las personas con o sin discapacidades por la falta de accesibilidad de los elementos incluidos en la Web son múltiples. En el caso de la multimedia, los problemas causados por la falta de accesibilidad en los videos ha provocado que universidades muy prestigiosas, como la Universidad de Harvard y el Massachusetts Institute of Technology (MIT), hayan sido demandadas por la National Association of the Deaf (NAD) en el año 2015 ([National Association of the Deaf, 2015](#)). Estas demandas se hicieron porque miles de videos incluidos en los cursos en línea masivos y abiertos (*Massive Open Online Courses*, MOOC) y en los sitios web de estas instituciones carecían de subtítulos, contenían subtítulos con errores o eran de calidad inadecuada. Es importante tener en cuenta que estas demandas, además de causar daño al prestigio de las universidades, también afectan económicamente debido a las consecuencias legales causadas por no publicar videos accesibles. Esto demuestra la importancia de proporcionar videos accesibles tanto en plataformas educativas como en general en la Web.

Por lo tanto, es imprescindible cumplir con el propósito para el cual la Web fue creada, la cual se sustenta en la “universalidad” ([World Wide Web, 1997](#)). Es decir, tenemos un reto que consiste en eliminar la discriminación de la cual son objeto las personas con discapacidades o de edad avanzada. De esta manera se puede brindar a todas las personas las mismas oportunidades de acceso a la información y contenido web. Por consiguiente, es preciso diseñar, desarrollar y publicar contenido web dotado

de características de accesibilidad.

Adicionalmente, es importante considerar los beneficios sociales, técnicos, financieros y legales que produce un sitio web accesible. Así, por ejemplo, la accesibilidad web ayuda a mejorar el posicionamiento (*search engine optimization*, SEO) de un sitio web, permite disminuir el tiempo de desarrollo e implementación, aporta a la usabilidad web, ayuda a reducir los costos si se toma en cuenta la accesibilidad y los dispositivos móviles a la vez, permite cumplir los requisitos, normas, directrices y reglamentos de accesibilidad de cada país, entre otros ([World Wide Web Consortium, 2018b](#)).

1.2. Objetivos

El objetivo general de esta tesis es proponer lineamientos para el diseño, publicación y evaluación del contenido multimedia accesible en la Web. Los objetivos específicos que se han cumplido en las diferentes fases de esta investigación son:

- OE. 1. Analizar el estado de la cuestión** de la accesibilidad de los sistemas de gestión de aprendizaje.
- OE. 2. Analizar el estado de la cuestión** de la accesibilidad de la multimedia en la Web.
- OE. 3. Analizar la accesibilidad de las plataformas e-learning** usadas por las instituciones de educación superior.
- OE. 4. Analizar la accesibilidad de videos pregrabados** publicados por las instituciones de educación superior.
- OE. 5. Analizar la accesibilidad de los videos pregrabados publicados en los MOOC**, los cuales son ofertados por las instituciones de educación superior.
- OE. 6. Evaluar la accesibilidad** de los reproductores de video.
- OE. 7. Proponer lineamientos de accesibilidad** para la producción de contenido multimedia en la Web.
- OE. 8. Aplicar los lineamientos de accesibilidad web propuestos**, en la evaluación de los videos pregrabados publicados en la Web o en los MOOC, por parte de las instituciones de educación superior.

Los objetivos propuestos en esta tesis se han cumplido cabalmente durante los cuatro años del programa de doctorado. Los resultados obtenidos han sido plasmados en artículos que han sido publicados en revistas indexadas, así como también en congresos arbitrados por pares. En la Tabla 1.1 se observa el aporte de cada uno de los artículos al cumplimiento de estos objetivos

1.3. Hipótesis

En esta tesis se han planteado las siguientes hipótesis:

- H1:** Los sistemas de gestión de aprendizaje que soportan el aprendizaje en línea no son totalmente accesibles.
- H2:** Los videos pregrabados publicados en la Web por las instituciones de educación superior no cumplen con todos los requisitos básicos de accesibilidad, recomendados por las WCAG 2.1.
- H3:** Las herramientas de evaluación automática no permiten evaluar satisfactoriamente la accesibilidad de la multimedia publicada en la Web.
- H4:** Los videos pregrabados publicados en los MOOC ofrecidos por las instituciones de educación superior tienen un bajo nivel de accesibilidad respecto a las WCAG 2.1.
- H5:** Los reproductores de video no cumplen con todos los criterios de accesibilidad propuestos por las UAAG 2.0
- H6:** No existen técnicas que guíen a los autores en el cumplimiento de las ATAG 2.0, durante el proceso de publicación de recursos multimedia accesibles en la Web.

1.4. Método de trabajo

Esta investigación se desarrolló en tres fases como se puede observar en la Figura 1.1.

La primera fase se llevó a cabo en el período 2016-2018, fase en la cual se publicaron cuatro artículos. Inicialmente, el trabajo se enfocó en el estudio de la accesibilidad de los sistemas de gestión de aprendizaje (*Learning Management Systems*, LMS) ([Acosta y Luján-Mora, 2016](#)), los cuales son el soporte para la implementación de la educación en línea. Este trabajo nos permitió conocer el estado de la cuestión de los LMS analizados y los resultados obtenidos en investigaciones previas, así como las metodologías propuestas en esos estudios, contribuyendo de esta manera a la consecución del OE. 1 (Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de los sistemas de gestión de aprendizaje). En esta investigación se efectuó un análisis comparativo de tres LMS, aportando de esta manera al cumplimiento del OE. 3 (Analizar la accesibilidad de las plataformas e-learning usadas por las instituciones de educación superior).

Adicionalmente, en este estudio se realizó una investigación documental sobre los estándares orientados a la accesibilidad web. Los resultados obtenidos permitieron identificar algunos problemas de accesibilidad en los LMS, evidenciándose problemas relacionados con: el contenido multimedia, el proceso de subida de archivos, los editores en línea en relación a la creación de contenido accesible y el libro de calificaciones. De igual forma, se detectaron problemas relacionados con la personalización y configuración del diseño, estilos, finalización de las sesiones, grabación del estado actual, páginas por defecto, selección del editor y tipos de alertas, entre otros. Como consecuencia de estos resultados comprendimos que el abanico de posibilidades orientados a estudiar

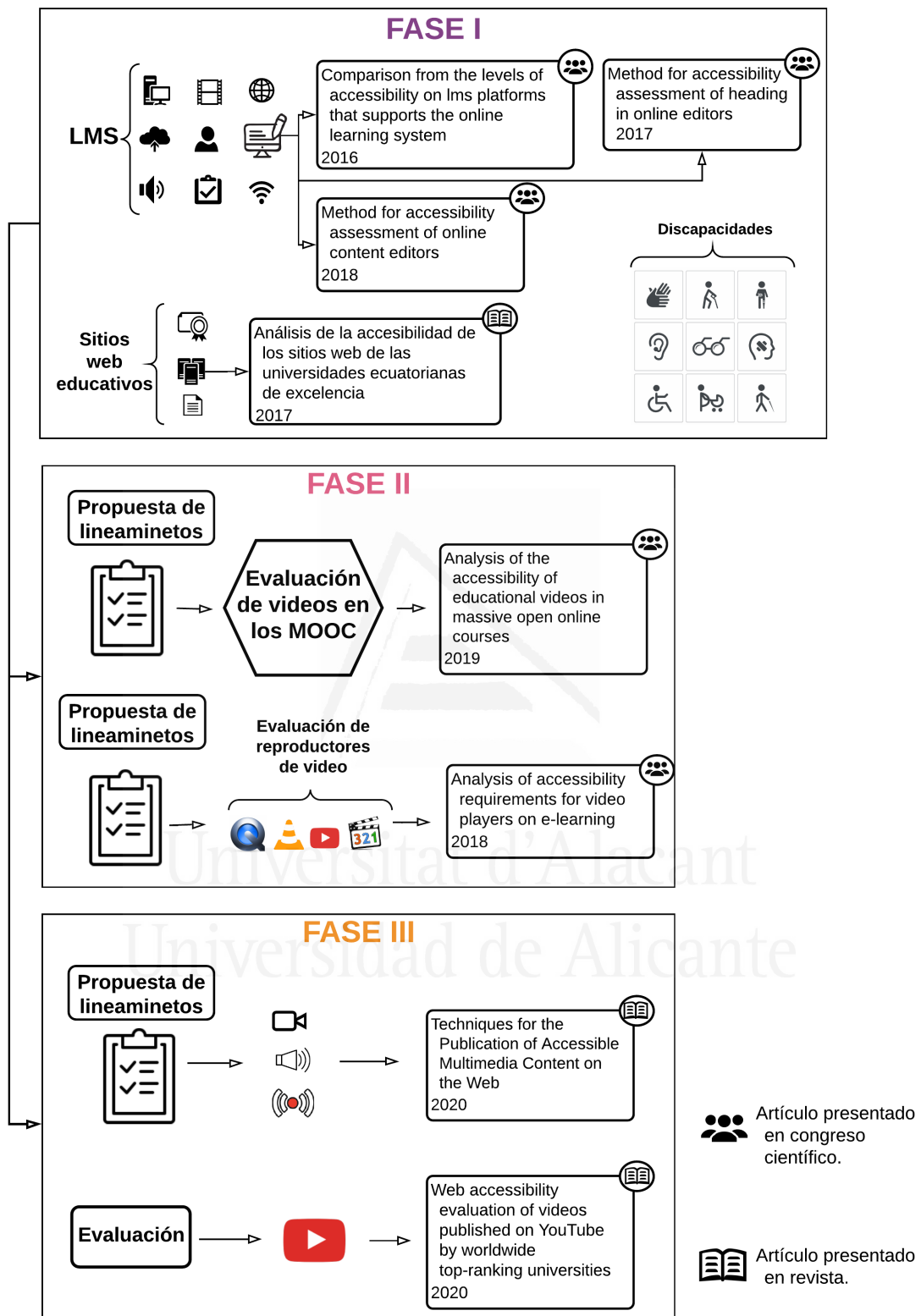


Figura 1.1: Fases del desarrollo de la investigación doctoral

1 Introducción

los problemas de accesibilidad de los LMS era un tema muy amplio. Motivo por el cual fue necesario precisar en cuál de los aspectos se enfocaría este trabajo de investigación.

Por consiguiente, sobre la base de los resultados obtenidos en el artículo ([Acosta y Luján-Mora, 2016](#)), se realizaron tres investigaciones. En el año 2017 se desarrolló un estudio enfocado en evaluar la accesibilidad de los sitios web de las IES ecuatorianas, considerando las WCAG 2.0 ([Acosta y Luján-Mora, 2017](#)). Este artículo incluye una sección de trabajos relacionados, en la cual se presenta el marco legal vigente en el Ecuador orientado al diseño e implementación de sitios web accesibles, así como el estado de la accesibilidad de los sitios web de algunas IES de otros países. Se tomó como caso de estudio los sitios web de 44 universidades del Ecuador. En esta investigación la evaluación de la accesibilidad se realizó con la herramienta automática eXaminator.

Uno de los propósitos de este trabajo fue registrar todos los errores identificados por la herramienta eXaminator y presentar sugerencias para corregir dichos errores. De esta manera, se identificaron 54 errores, los cuales estuvieron asociados a 8,960 elementos no accesibles. Sustentados en estos datos, se determinaron los principios, pautas, criterios y niveles de conformidad incumplidos por las páginas web de las IES analizadas; y mediante un análisis estadístico descriptivo se determinó el porcentaje de cumplimiento de los principios de accesibilidad. Adicionalmente, durante el proceso de evaluación se evidenció que las barreras de accesibilidad relacionadas con la multimedia no habían sido identificadas. Estos resultados nos dieron la pauta de que la accesibilidad de la multimedia podría ser una línea de investigación que merecía ser investigada, aportando de esta manera en la consecución del OE. 2 (Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la Web).

Las dos siguientes investigaciones se efectuaron en los años 2017-2018 y se enfocaron en analizar la accesibilidad de los editores de contenido en línea. El objetivo del artículo ([Acosta, Luján-Mora, y Acosta-Vargas, 2017](#)) fue proponer un método para evaluar la accesibilidad de los editores de contenido en línea. Este trabajo incluyó un análisis crítico de los estándares WCAG 2.0, de las técnicas que guían el cumplimiento de las WCAG 2.0, así como de las ATAG 2.0. Este estudio nos permitió tener una visión amplia del alcance de estos estándares y los beneficios de su implementación. El estado de la cuestión de la accesibilidad de los editores de contenido en línea de los LMS aportó en la consecución del OE. 1 (Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de los sistemas de gestión de aprendizaje). Adicionalmente, en este trabajo se plantearon 63 características orientadas al cumplimiento de la accesibilidad web de las imágenes, encabezados y tablas, creados a través de editores de contenido en línea.

Fundamentados en los resultados obtenidos en el artículo [Acosta y otros \(2017\)](#), se aplicaron 15 de las características propuestas en la evaluación de la accesibilidad de los encabezados creados a través de los editores de contenido en línea. Se consideró como caso de estudio los editores de contenido en línea TinyMCE y Atto, instalados en la plataforma Moodle 3.3.1 ([Acosta, Acosta-Vargas, Salvador-Ullauri, y Luján-Mora, 2018](#)). Los resultados demostraron que los editores evaluados tenían un bajo nivel de cumplimiento de ATAG 2.0, lo cual provoca barreras de accesibilidad para las personas con discapacidades que usan tecnologías de apoyo para navegar en la Web.

Durante el desarrollo de esta investigación, se realizó un análisis exhaustivo de los estándares WCAG 2.0, ATAG 2.1 y UAAG 2.0. Este trabajo aportó al cumplimiento

del OE. 1 (Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de los sistemas de gestión de aprendizaje) y OE. 3 (Analizar la accesibilidad de las plataformas e-learning usadas por las instituciones de educación superior).

En consecuencia, en la primera fase de esta investigación identificamos que la multimedia es un recurso muy usado en los LMS durante el aprendizaje virtual y en los sitios web de las IES. Sin embargo, este recurso presentaba varios problemas de accesibilidad que no habían sido estudiados en profundidad. Por consiguiente, nuestra investigación se orientó al estudio de la accesibilidad de la multimedia en el ámbito educativo, enfocándonos un poco más en los videos grabados debido a su uso masivo en la Web.

La segunda fase de esta investigación se desarrolló en los años 2018-2019 y estuvo orientada al estudio de la accesibilidad de la multimedia en el ámbito educativo. En esta fase se publicaron dos artículos, el primero se enfocó al estudio de la accesibilidad de los videos considerando el cumplimiento de las WCAG 2.1. En el segundo artículo se estudió la accesibilidad de los reproductores de video en función de las UAAG 2.0.

En el artículo ([Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora, 2019b](#)), en la sección introducción y trabajos relacionados se presentó un análisis de los resultados obtenidos en trabajos previos con respecto a la creación de contenido multimedia accesible en la Web. Este trabajo aportó al cumplimiento del OE. 2 (Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la Web). En este estudio se evaluó la accesibilidad de 60 videos incluidos en 30 MOOC, los cuales fueron ofrecidos en 10 plataformas de aprendizaje virtual, aportando en la consecución del OE. 5 (Analizar la accesibilidad de los videos pregrabados publicados en los MOOC, los cuales son ofertados por las instituciones de educación superior). En este estudio se consideraron dos principios de accesibilidad, perceptible y comprensible; tres pautas, medios tempodependientes (*Time-based Media*), facilitar a los usuarios ver y oír el contenido, incluyendo la separación entre el primer plano y el fondo (*Distinguishable*) y hacer que los contenidos textuales resulten legibles y comprensibles (*Readable*).

Adicionalmente, se analizó el cumplimiento de ocho criterios de éxito, subtítulos grabados (*Captions Prerecorded*), audiodescripción o medio alternativo (grabado) (*Audio Description or Media Alternative Prerecorded*), audiodescripción grabado (*Audio Description Prerecorded*), lengua de señas grabado (*Sign Language Prerecorded*), audiodescripción extendida grabada (*Extended Audio Description Prerecorded*), medio alternativo grabado (*Media Alternative Prerecorded*), sonido de fondo bajo o ausente (*Low or No Background Audio*) e idioma de las partes (Language of Parts). Como resultado, se plantearon 11 lineamientos cuya aplicación permite crear videos pregrabados accesibles para las personas con discapacidad visual, auditiva, cognitiva y adultos mayores. De esta forma, este trabajo aportó a la consecución del OE. 7 (Proponer lineamientos de accesibilidad para la producción de contenido multimedia en la Web) y OE. 8 (Aplicar los lineamientos de accesibilidad web propuestos, en la evaluación de los videos pregrabados publicados en la Web y en los MOOC, por parte de las instituciones de educación superior)

El artículo ([Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora, 2019a](#)) aportó al cumplimiento del OE. 2 (Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la Web), ya que en la sección trabajos relacionados se presentó un análisis de los

1 Introducción

resultados obtenidos en investigaciones previas con respecto a la accesibilidad web de la multimedia y de los reproductores de video. En este artículo se consideraron 44 criterios éxito de las UAAG 2.0 y se plantearon 125 características que deben cumplir los reproductores de video para que sean accesibles. Este trabajo también contribuyó al cumplimiento del OE. 6 (Evaluar la accesibilidad de los reproductores de video) ya que se realizó la evaluación de seis reproductores de video considerando las 125 características mencionadas anteriormente. Los resultados demostraron que los diseñadores y desarrolladores de reproductores de video todavía tienen mucho trabajo que hacer respecto a la accesibilidad de los reproductores de video.

La tercera fase de esta investigación se desarrolló en los años 2019-2020. Con la experiencia y conocimientos adquiridos hasta ese momento, se publicaron dos artículos en la revista IEEE Access. La sección trabajos relacionados del artículo ([Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora, 2020](#)) contribuyó a la consecución del OE. 2 (Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la Web), ya que se presentó un análisis de los resultados obtenidos en investigaciones previas relacionadas con la accesibilidad de la multimedia. Estos trabajos previos fueron clasificados dependiendo del estándar (WCAG 2.0, ATAG 2.0 o UAAG 2.0) considerado en sus estudios. Adicionalmente, se presentó de forma inédita 278 técnicas, cuyo objetivo es guiar a los autores, diseñadores, desarrolladores y evaluadores en el proceso de publicación de recursos multimedia accesibles en la Web. Las técnicas propuestas guían el cumplimiento de los criterios de éxito correspondientes a la Parte B de las ATAG 2.0. Este trabajo contribuye significativamente a la consecución del OE. 7 (Proponer lineamientos de accesibilidad para la producción de contenido multimedia en la Web).

Finalmente, en el año 2020, se publicó el artículo ([Acosta, Acosta-Vargas, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora, 2020](#)), el cual aporta al cumplimiento del OE. 2 (Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la Web). En la sección trabajos relacionados se recopilaron y analizaron las metodologías y resultados obtenidos en investigaciones previas con respecto a la accesibilidad de los videos, la accesibilidad de sitios web de las mejores universidades del mundo, la accesibilidad de los reproductores de videos y de las herramientas de autor. En este trabajo se analizó de forma exhaustiva el estándar WCAG 2.1.

Una de las principales contribuciones de este artículo son los resultados obtenidos de la evaluación de la accesibilidad de 91,421 videos publicados en YouTube por 113 universidades. Estas universidades fueron clasificadas entre las mejores del mundo por el Shanghai Ranking. Este trabajo contribuyó al cumplimiento del OE. 4 (Analizar la accesibilidad de videos pregrabados publicados por las instituciones de educación superior). La evaluación se realizó manualmente considerando el cumplimiento de las WCAG 2.1 y aplicando algunas de las técnicas propuestas en el artículo ([Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora, 2020](#)). Este artículo aporta a la consecución del OE. 8 (Aplicar los lineamientos de accesibilidad web propuestos, en la evaluación de los videos pregrabados publicados en la Web o en los MOOC, por parte de las instituciones de educación superior). Adicionalmente, se evaluó la accesibilidad del reproductor de video YouTube aplicando los lineamientos que fueron propuestos en el artículo ([Acosta y otros, 2019a](#)), contribuyendo de esta manera al cumplimiento del OE. 6 (Evaluar la accesibilidad de los reproductores de video). Esta investigación resalta la necesidad urgente de corregir

el bajo nivel de accesibilidad de los videos educativos que se publican en la Web.

En el Tabla 1.1 se presentan publicaciones que aportan al cumplimiento de los objetivos propuestos en esta tesis de doctorado.

1.5. Estructura de la tesis

Esta tesis se estructura en tres partes. La Parte I Síntesis incluye la introducción, publicaciones, visibilidad y una descripción del trabajo de investigación realizado. La Parte II Compendio de Artículos contiene los trabajos publicados que aportan al cumplimiento de los objetivos propuestos en esta tesis. La Parte III Conclusiones y trabajos futuros contiene las conclusiones y aportes de esta investigación, así como el planteamiento de futuras investigaciones. La estructura capitular de la tesis es la siguiente:

Capítulo 1 Introducción, contiene la motivación, objetivos, método de trabajo, estructura de la tesis y convenciones de escritura.

Capítulo 2 Publicaciones y Visibilidad, contiene las publicaciones en revistas científicas de alto impacto y en congresos científicos que cumplen con el proceso de revisión por pares. En lo referente a la visibilidad, esta sección contiene los perfiles académicos (perfil ORCID, ResearchGate, Publons, Google Scholar, Scopus, Mendeley) y los reconocimientos recibidos por parte de dos IES, la Escuela Politécnica Nacional y la Universidad UTE.

Capítulo 3 Descripción del trabajo realizado, contiene la caracterización del problema, el estado de la cuestión de la accesibilidad web, y los resultados más importantes obtenidos en las investigaciones desarrollados en este doctorado.

La segunda parte contiene la totalidad de artículos publicados cumpliendo con el requisitos para la presentación de la tesis doctoral por compendio de artículos. Estas publicaciones han sido incluidas en los siguientes capítulos.

Capítulo 4 Compendio, contiene un resumen de todos los artículos publicados en revistas y congresos, en el período de tiempo de duración del programa de doctorado. Adicionalmente, se presenta el aporte de cada artículo al cumplimiento de los objetivos.

Capítulo 5 Comparison from the Levels of Accessibility on LMS Platforms that Supports the Online Learning System, este artículo se publicó en los *Proceedings of the 8th International Conference on Education and New Learning Technologies* (EDULEARN); se incluye referencia, contribución y texto completo.

Capítulo 6 Análisis de la Accesibilidad de los Sitios Web de las Universidades Ecuatorianas de Excelencia, este artículo se publicó en la revista Enfoque UTE; se incluye referencia, contribución y texto completo.

Capítulo 7 Method for Accessibility Assessment of Heading in Online Editors, este artículo se publicó en los *Proceedings of the 9th International Conference on Education Technology and Computers* (ICETC); se incluye referencia, contribución y texto completo.

Objetivo	Publicaciones que aportan al cumplimiento de los objetivos
OE. 1	<p>Comparison from the levels of accessibility on LMS platforms that supports the online learning system.</p> <p>Method for accessibility assessment of online content editors.</p> <p>Method for accessibility assessment of heading in online editors.</p>
OE. 2	<p>Análisis de la accesibilidad de los sitios web de las universidades ecuatorianas de excelencia.</p> <p>Analysis of the accessibility of educational videos in massive open online courses.</p> <p>Analysis of accessibility requirements for video players on e-learning.</p> <p>Techniques for the publication of accessible multimedia content on the Web.</p> <p>Web accessibility evaluation of videos published on YouTube by worldwide top-ranking universities</p>
OE. 3	<p>Comparison from the levels of accessibility on lms platforms that supports the online learning system.</p> <p>Method for accessibility assessment of heading in online editors.</p>
OE. 4	<p>Web accessibility evaluation of videos published on YouTube by worldwide top-ranking universities.</p>
OE. 5	<p>Analysis of the accessibility of educational videos in massive open online courses.</p>
OE. 6	<p>Analysis of accessibility requirements for video players on e-learning.</p> <p>Web accessibility evaluation of videos published on YouTube by worldwide top-ranking universities.</p>
OE. 7	<p>Techniques for the publication of accessible multimedia content on the Web.</p>
OE. 8	<p>Analysis of the accessibility of educational videos in massive open online courses.</p> <p>Web accessibility evaluation of videos published on YouTube by worldwide top-ranking universities.</p>

Tabla 1.1: Publicaciones que aportan al cumplimiento de los objetivos de esta tesis

Capítulo 8 Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors, este artículo se publicó en los *Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS)*; se incluye referencia, contribución y texto completo.

Capítulo 9 Analysis of Accessibility Requirements for video Players on e-learning, este artículo se publicó en los *Proceedings of the 11th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN)*; se incluye referencia, contribución y texto completo.

Capítulo 10 Analysis of the Accessibility of Educational Videos in Massive Open Online Courses, este artículo se publicó en los *In Proceedings of the 11th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN)*; se incluye referencia, contribución y texto completo.

Capítulo 11 Techniques for the Publication of Accessible Multimedia Content on the Web, este artículo se publicó en la revista *IEEE Access*; se incluye referencia, contribución y texto completo.

Capítulo 12 Web Accessibility Evaluation of Videos Published on YouTube by Worldwide Top-ranking Universities, este artículo se publicó en la revista *IEEE Access*; se incluye referencia, contribución y texto completo.

1.6. Convenciones de escritura

En esta tesis se utilizaron varios acrónimos para hacer referencia a los estándares de accesibilidad propuestos por el W3C, así como también para hacer referencia a la aplicación de tecnología en el ámbito de la educación superior. El formato que se ha utilizado es escribir el texto completo la primera vez que aparece el término, seguido entre paréntesis por su acrónimo.

Se ha optado por usar algunos acrónimos en inglés, ya que es así como comúnmente se los utiliza en la literatura científica. Por ejemplo, WCAG, acrónimo en inglés de *Web Content Accessibility Guidelines*. Las palabras en un idioma distinto al castellano se presentan en letra cursiva. Por ejemplo, *Learning Management System*.

Las citas se reproducen en el idioma original de la referencia de donde provienen. Las figuras y tablas presentadas en este documento son de elaboración propia del autor, a menos que se indique lo contrario en el título.

Algunas de las figuras que se incluyen provienen de las publicaciones que conforman el compendio. Por esta razón, varias de ellas están en inglés. Los textos que se han incluido textualmente de documentos en otro idioma se han escrito en su idioma original en formato de letra cursiva y a continuación se ha colocado entre paréntesis su respectiva traducción al español.

Debido al origen del autor, cuando existan sinónimos se prefieren los vocablos más utilizados en Sudamérica. Por ejemplo, computador por ordenador. Las cifras numéricas de miles están separadas por coma y las cifras decimales están separadas por punto, siguiendo las normas internacionales.

2 Publicaciones y visibilidad

2.1. Publicaciones

En este capítulo se presentan los artículos científicos que se han publicados como resultado de los cuatro años de investigación (2016-2020), tiempo en el cual se ha desarrollado esta tesis doctoral. Un total de ocho artículos aportan al cumplimiento de los objetivos de esta tesis. Estas publicaciones han sido presentadas en revistas de alto impacto y congresos científicos arbitrados por pares. Con respecto a las publicaciones en revistas, en el 2017 un artículo fue publicado en una revista indexada en el Directory of Open Access Journal (DOAJ), en Google Scholar (GS) y en la Web of Science (WOS). En el 2020 fueron publicados dos artículos en una revista con índice *Journal Citation Reports* (JCR) cuartil 1 (Q1). Con respecto a las publicaciones en congresos, en el período 2016 - 2019, cinco artículos fueron publicados en memorias de congresos arbitrados por pares, los cuales están indexados en GS, Scopus, WOS o en la Asociación for Computing Machinery (ACM). Los artículos publicados en revista son:

2.1.1. Revistas

Los resultados obtenidos en esta investigación se publicaron en tres revistas científicas. Estos trabajos aportan notablemente en el cumplimiento de los objetivos planteados en esta tesis doctoral. Dos artículos fueron publicados en una revista con índice de impacto JCR cuartil 1 (Q1). El detalle de los tres artículos se presenta en la Tabla 2.1. La información descrita en esta tabla contiene en la segunda columna el nombre de la revista con su ISSN. En la tercera y cuarta columna se observa el factor de impacto JCR y SJR respectivamente. La quinta columna presenta la indexación de la revista y finalmente en la última columna se observa la fecha de publicación. El orden en el que aparecen estos artículos está relacionado con la fecha de publicación y se corresponde con el orden de aparición en el compendio en los siguientes capítulos.

1. Análisis de la accesibilidad de los sitios web de las universidades ecuatorianas de excelencia ([Acosta y Luján-Mora, 2017](#)). Las especificaciones de este artículo se

Id	Revista	JCR	SJR	Indexación	Fecha
J1	Enfoque UTE	-	-	DOAJ, GS, WOS	24-febrero-2017
J2	IEEE Access. ISSN: 2169-3536. Estados Unidos	3.745	0.775	DOAJ, GS, Scopus, WOS	17-marzo-2020
J3	IEEE Access. ISSN: 2169-3536. Estados Unidos	3.745	0.775	DOAJ, GS, Scopus, WOS	12-junio-2020

Tabla 2.1: Descripción de las revistas en donde se han publicado los artículos de la presente tesis

muestran en la Tabla 2.1, en la fila J1. En el capítulo 6 de este documento se detalla el contenido completo del artículo.

2. Techniques for the publication of accessible multimedia content on the web (Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora, 2020). Las especificaciones de este artículo se muestran en la Tabla 2.1, en la fila J2. En el capítulo 11 de este documento se detalla el contenido completo del artículo.
3. Web accessibility evaluation of videos published on YouTube by worldwide top-ranking universities (Acosta, Acosta-Vargas, y otros, 2020). Las especificaciones de este artículo se muestran en la Tabla 2.1, en la fila J3. En el capítulo 12 de este documento se detalla el contenido completo del artículo.

2.1.2. Congresos

Un total de cinco artículos, producto de la investigación realizada en el período 2016-2019, fueron publicados en congresos científicos internacionales arbitrados por pares. El detalle de los cinco artículos se presenta en Tabla 2.2. La información descrita en esta tabla contiene en la segunda columna el nombre del congreso y en la tercera columna contiene la indexación. La cuarta columna contiene la ciudad y país donde se realizó el congreso y finalmente la quinta columna contiene la fecha de realización del congreso. El orden en el que aparecen las publicaciones está relacionado con la fecha de realización del congreso y se corresponde con el orden de aparición en el compendio en los siguientes capítulos. Los artículos publicados en congresos son:

1. Comparison from the Levels of Accessibility on LMS Platforms that Supports the Online Learning System (Acosta y Luján-Mora, 2016). Las especificaciones de este artículo se muestran en la Tabla 2.2, en la fila C1. En el capítulo 5 de este documento se detalla el contenido completo del artículo.
2. Method for Accessibility Assessment of Heading in Online Editors (Acosta y otros, 2017). Las especificaciones de este artículo se muestran en la Tabla 2.2, en

Id	Congreso	Indexación	País-Ciudad	Fecha
C1	EDULEARN, 8th International Conference on Education and New Learning Technologies	GS, WOS	España - Barcelona	Julio 4-6, 2016
C2	ICETC 9th International Conference on Education Technology and Computers	ACM, GS, Scopus, WOS	España - Barcelona	Diciembre 20-22, 2017
C3	ICITS International Conference on Information Technology Systems	GS, Scopus, WOS	Ecuador - Quito	Enero 10-12, 2018
C4	EDULEARN, 11th International Conference on Education and New Learning Technologies	GS	España - Palma	Julio 1-3, 2019
C5	EDULEARN, 11th International Conference on Education and New Learning Technologies	GS	España - Palma	Julio 1-3, 2019

Tabla 2.2: Descripción de los congresos en donde se han publicado los artículos de la presente tesis

2 Publicaciones y visibilidad

la fila C2. En el capítulo 7 de este documento se detalla el contenido completo del artículo.

3. Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors (Acosta y otros, 2018). Las especificaciones de este artículo se muestran en la Tabla 2.2, en la fila C3. En el capítulo 8 de este documento se detalla el contenido completo del artículo.
4. Analysis of Accessibility Requirements for Video Players on e-learning (Acosta y otros, 2019a). Las especificaciones de este artículo se muestran en la Tabla 2.2, en la fila C4. En el capítulo 9 de este documento se detalla el contenido completo del artículo.
5. Analysis of the Accessibility of Educational Videos in Massive Open Online Courses (Acosta y otros, 2019b). Las especificaciones de este artículo se muestran en la Tabla 2.2, en la fila C5. En el capítulo 10 de este documento se detalla el contenido completo del artículo.

2.2. Visibilidad

Con el propósito de dar a conocer de una forma más amplia los resultados e impacto de la investigación realizada en estos cuatro años del programa de doctorado, en la Tabla 2.3 se presenta un resumen de los perfiles académicos de la autora de esta tesis. El objetivo de visibilizar el trabajo realizado es fomentar la transferencia de conocimientos, la innovación, el mejoramiento continuo de la accesibilidad en la web, y el mejoramiento del desempeño de las personas con discapacidad en la web.

2.2.1. Perfil ORCID

ORCID es un proyecto abierto, sin ánimo de lucro, que ofrece un sistema para crear y mantener un registro único de investigadores y un método claro para vincular las actividades de investigación y los productos de estos identificadores. Es un proyecto que conecta a los investigadores y la investigación a través de la incorporación de identificadores ORCID. Uno de los propósitos de obtener identificador ORCID es permitir a los investigadores y académicos enfrentar el desafío permanente de distinguir las actividades de investigación de las de otros con nombres similares. La Figura 2.1 presenta una captura del perfil ORCID de la autora.

2.2.2. Perfil Mendeley

Mendeley, además de ser una red social para académicos e investigadores, es un gestor bibliográfico gratuito que combina versión web con una versión de escritorio. Mendeley es un sistema que permite almacenar y organizar documentos, buscar información científica, colaborar, difundir y descubrir publicaciones.

La Figura 2.2 presenta una captura del perfil en Mendely de la autora.

Id	Perfil Académico	URL
P1	ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4367-8298
P2	Scopus	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57200384739
P3	Mendeley	https://www.mendeley.com/profiles/tania-acosta6/
P4	ResearchGate	https://www.researchgate.net/profile/Tania_Acosta4
P5	Publons	https://publons.com/researcher/3088448/tania-aleyda-acosta-hurtado/
P6	IEEE Xplore	https://ieeexplore.ieee.org/author/37086383758
P7	Google Scholar	https://scholar.google.com/citations?user=TKHXQ1QAAAAJ&hl=es
P8	Academia	https://epn.academia.edu/TaniaAcosta
P9	Página personal	https://taniaacostahurtado.com/perfil/

Tabla 2.3: Perfiles de la autora de la tesis en redes sociales académicas

2 Publicaciones y visibilidad

Tania Acosta

ORCID iD
<https://orcid.org/0000-0002-4367-8298>

Print view

Websites & Social Links
[Mendeley profile](#)
[Google Scholar](#)
[ResearchGate](#)
[Home page](#)
[IEEE Xplore](#)
[Academia](#)
[Publons](#)

Country
Ecuador

Keywords
Web accessibility, multimedia, elearning, education, project, administration

Employment (2)

Escuela Politécnica Nacional: Quito, Pichincha, EC
2000-08-01 to present | Professor (Departamento de Electrónica Telecomunicaciones y Redes de Información (DETRI))
Employment
Source: Tania Acosta ★ Preferred source

Universidad Tecnológica Equinoccial: Quito, Pichincha, EC
2000-04-01 to present | Professor
Employment
Source: Tania Acosta ★ Preferred source

Education and qualifications (1)

Escuela Politécnica Nacional: Quito, Pichincha, EC
1989-10-01 to 1999-03-30 | Computer Systems Engineering and Informatics
Education
Source: Tania Acosta ★ Preferred source

Figura 2.1: Perfil de la autora en ORCID

Mendeley What is Mendeley? Q Search Create a free account Sign In

Tania Acosta
PhD Candidate - Computer Systems Engineer
Principal Professor
Escuela Politecnica Nacional

5 *h-index* | 57 Citations

Follow

Overview Impact Publications Network

About
TANIA ACOSTA received a degree in computer systems engineering from the Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, in 1999, a magister degree in higher education from the Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, in 2004, and a higher diploma in research and projects from the Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador, in 2009. She is
[View more](#)

Other profiles
Scopus
57200384739

?

Figura 2.2: Perfil de la autora en Mendeley

2.2.3. Perfil ResearchGate

ResearchGate es la red profesional para científicos e investigadores. Es una herramienta gratuita usada para compartir, descubrir y discutir investigaciones. ResearchGate se ha convertido en un referente digital para la colaboración en el ámbito científico. ResearchGate brinda un espacio que permite plantear inquietudes, así como encontrar colaboradores para el desarrollo de proyectos.

La Figura 2.3 presenta una captura del perfil en ResearchGate de la autora.

2.2.4. Perfil Publons

Publons permite realizar un seguimiento de las publicaciones, métricas de citas, revisiones por pares y trabajos de edición de revistas en un único perfil. Publons está impulsado por integraciones con la WOS, ORCID y miles de revistas académicas, lo cual visibiliza el trabajo realizado por los investigadores.

La Figura 2.4 presenta una captura del perfil en Publons de la autora.

2.2.5. Perfil IEEE Xplore

IEEE es la organización profesional técnica conocida a nivel mundial y está dedicada a difundir los avances de la tecnología. IEEE Xplore ofrece acceso web a revistas, actas de conferencias, normas técnicas, libros electrónicos y cursos de formación, mayoritariamente sobre ingeniería eléctrica, comunicaciones e informática. La Figura 2.5 presenta una captura del perfil en IEEE Xplore de la autora.

2.2.6. Página personal de la autora


Con el objetivo de difundir información y los resultados de la investigación científica realizada en estos cuatro años de estudios de doctorado, se ha publicado una página personal de la autora de esta tesis. Esta página contiene la biografía de la autora, los proyectos de investigación, la producción científica, enlaces con temas de investigación, información de contacto en redes sociales, intereses, el identificador de ResearchID, ORCID, Scopus. La Figura 2.6 presenta una captura de la página personal de la autora, la cual es actualizada de forma permanente.

A continuación, se presenta un resumen de los artículos publicados e indexados en bases de datos científicas:

- Scopus presenta 10 artículos y 57 citas, tal como se muestra en la Figura 2.7.
- WOS presenta 14 artículos y 38 citas, tal como se muestra en la Figura 2.8.
- Google Scholar presenta 17 artículos y 148 citas, tal como se muestra en la Figura 2.9.
- DBLP (Digital Bibliography & Library Project) presenta 7 artículos, tal como se muestra en la Figura 2.10.

ResearchGate Q Recruit researchers Join for free Login

[Home](#) » [Escuela Politécnica Nacional](#) » [Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información](#) » [Tania Acosta](#)

 **Tania Acosta**
Escuela Politécnica Nacional | EPN · Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información
Computer Systems Engineering (EPN) - Member of the research group "Advanced development and empirical research 7.13 on Software" - University of Alicante.

[Contact](#)

[About](#) [Network](#) [Publications](#) 28 [Questions & Answers](#) 8 [Projects](#) 3

About

28
Publications

18,405
Reads ⓘ

107
Citations

Introduction

Tania Acosta is currently studying for her Ph.D. Computer Science at the University of Alicante. Currently she works at the Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información - Escuela Politécnica Nacional and Facultad de Ciencias Administrativas - Universidad UTE. She is a Certified Researcher by SENESCYT. Tania does research in Theory of Computation, Web accessibility, Human-Computer Interaction and Computing in Social Science and Pedagogy . Their current project is "Accessible multimedia".

Skills and Expertise

[E-Learning](#) [Web Accessibility](#) [Massive Open Online Courses](#) [accessible multimedia](#) [Usability](#)
[Learning Management Systems](#) [Human-Computer Interaction](#)

Figura 2.3: Perfil de la autora en ResearchGate

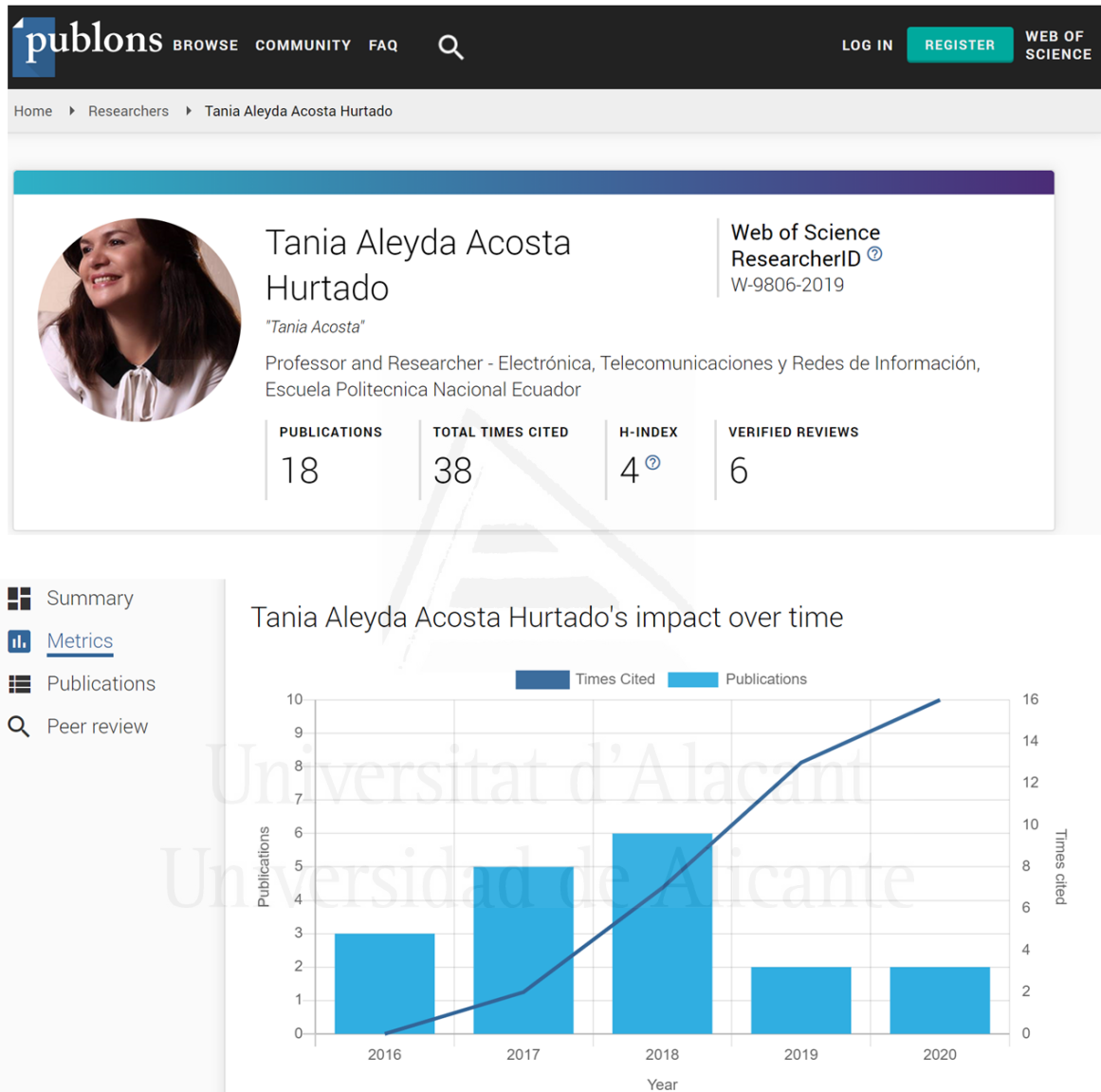
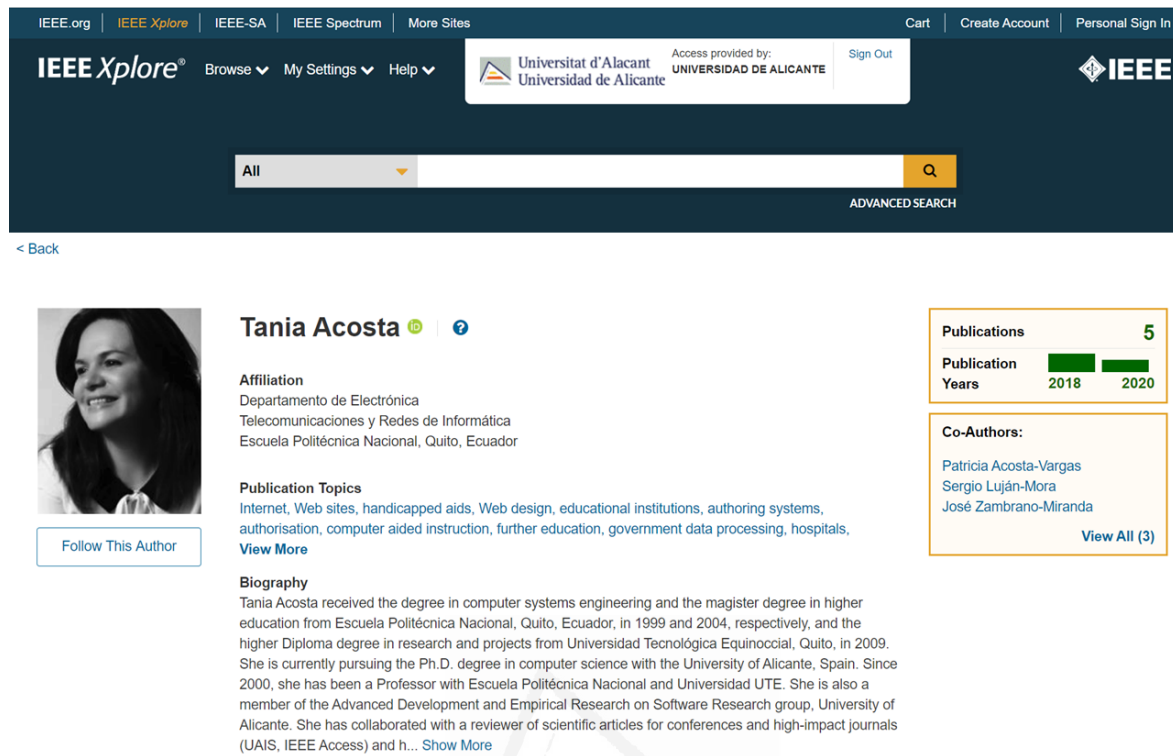


Figura 2.4: Perfil de la autora en Publons

2 Publicaciones y visibilidad





IEEE.org | IEEE Xplore | IEEE-SA | IEEE Spectrum | More Sites | Cart | Create Account | Personal Sign In

IEEE Xplore® Browse My Settings Help

Universitat d'Alacant / Universidad de Alicante | Access provided by: UNIVERSIDAD DE ALICANTE | Sign Out

All [Search] ADVANCED SEARCH

< Back

Tania Acosta  

Affiliation
Departamento de Electrónica
Telecomunicaciones y Redes de Informática
Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

Publication Topics
Internet, Web sites, handicapped aids, Web design, educational institutions, authoring systems, authorisation, computer aided instruction, further education, government data processing, hospitals, [View More](#)

Biography
Tania Acosta received the degree in computer systems engineering and the magister degree in higher education from Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, in 1999 and 2004, respectively, and the higher Diploma degree in research and projects from Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, in 2009. She is currently pursuing the Ph.D. degree in computer science with the University of Alicante, Spain. Since 2000, she has been a Professor with Escuela Politécnica Nacional and Universidad UTE. She is also a member of the Advanced Development and Empirical Research on Software Research group, University of Alicante. She has collaborated with a reviewer of scientific articles for conferences and high-impact journals (UAIS, IEEE Access) and h... [Show More](#)

Publications **5**

Publication Years	2018	2020
	5	0

Co-Authors:
Patricia Acosta-Vargas
Sergio Luján-Mora
José Zambrano-Miranda
[View All \(3\)](#)

[Follow This Author](#)

Figura 2.5: Perfil de la autora en IEEE Xplore

2.3. Reconocimientos

Dada la producción científica realizada en el año 2017, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social de la Escuela Politécnica Nacional otorgó a la autora de esta tesis un reconocimiento al obtener el Primer lugar Índice de producción Académica en I+D+i+V como investigadora del Departamento de Formación Básica. El certificado recibido se presenta en la Figura 2.11.

De igual manera, la autora de esta tesis recibió en el 2019 un reconocimiento a la producción científica por parte de la Universidad UTE. El certificado recibido se presenta en la Figura 2.12.

Accesibilidad Web y Educación



Tania Acosta Hurtado

- Ingeniera en Sistemas de Computación e Informática. Escuela Politécnica Nacional - EPN
- Magister en Docencia en Instituciones de Educación Superior. EPN
- Diploma Superior en Investigación - UTE
- Estudiante de Doctorado en Informática en Universidad de Alicante.

CONTACTO:

+593 995271422

taniaacosta2012@gmail.com

tania.acosta.98871

/in/tania-acosta-hurtado/



Blog: <http://taniaacostahurtado.com>

DATOS PERSONALES

Lugar de Nacimiento: Guayaquil,
 Fecha de Nacimiento: 3 - 06 - 1972
 Estado civil: Divorciada
 Familia: 1 hija.

IDIOMAS

Español
 Inglés

FORMACIÓN ACADÉMICA

1999	2004	2009	2016 ...
EPN	EPN	UTE	UA

Ingeniera en Sistemas de Computación e Informática

Magister en Docencia en Instituciones de Educación Superior

Diploma Superior en Investigación y Proyectos

Inicio de estudios de Doctorado en informática

EXPERIENCIA DOCENTE

- Escuela Politécnica Nacional (EPN) - Profesora Titular - Principal desde 1999 Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información.
- Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE) - Profesora Titular - Agregado desde 2000 Facultad de Ciencias Administrativas.

DESIGNACIONES ESPECIALES

- Plataforma de Responsabilidad Social Ecuador - Presidente 2012 - 2013
- Reconocimiento: Primer Lugar en Índice de Producción Académica en I+D+i+V del Departamento de Formación Básica de la Escuela Politécnica Nacional. 2017.

PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

- Web accessibility evaluation of videos published on YouTube by worldwide top-ranking universities. 2020, IEEE Access.
- Techniques for the publication of accessible multimedia content on the web. 2020, IEEE Access.
- Analysis of the accessibility of educational videos in massive open online courses. 2019, EDULEARN.
- Analysis of accessibility requirements for video Players on e-learning. 2019, EDULEARN.
- Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors. 2018, ICITS.
- Method for Accessibility Assessment of Heading in Online Editors. 2017, ICETC.
- Análisis de la accesibilidad de los sitios web de las universidades ecuatorianas de excelencia. 2017 Enfoque UTE.
- Comparison from the levels of accessibility on LMS Platforms that supports the online learning system. 2016, EDULEARN.

COMPETENCIAS

- Líder de proyecto: responsable, empática, organizada y orientada en los resultados.
- Pensamiento lógico matemático, Hábil expositora.
- Gran capacidad de análisis - síntesis, procesamiento de información y pensamiento crítico.

INTERESES

- Investigación científica
- Responsabilidad Social Corporativa
- Lectura
- Cine
- Viajes
- Naturaleza

PERFIL ACADÉMICO

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4367-8298>
- Mendeley: <https://www.mendeley.com/profiles/tania-acosta2/>
- ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Tania_Acosta4
- Publons: <https://publons.com/researcher/3088448/tania-aleyda-acosta-hurtado/>
- IEEE Xplore: <https://ieeexplore.ieee.org/author/37086383758>

Figura 2.6: Página personal de la autora

2 Publicaciones y visibilidad



Figura 2.7: Perfil de la autora en Scopus

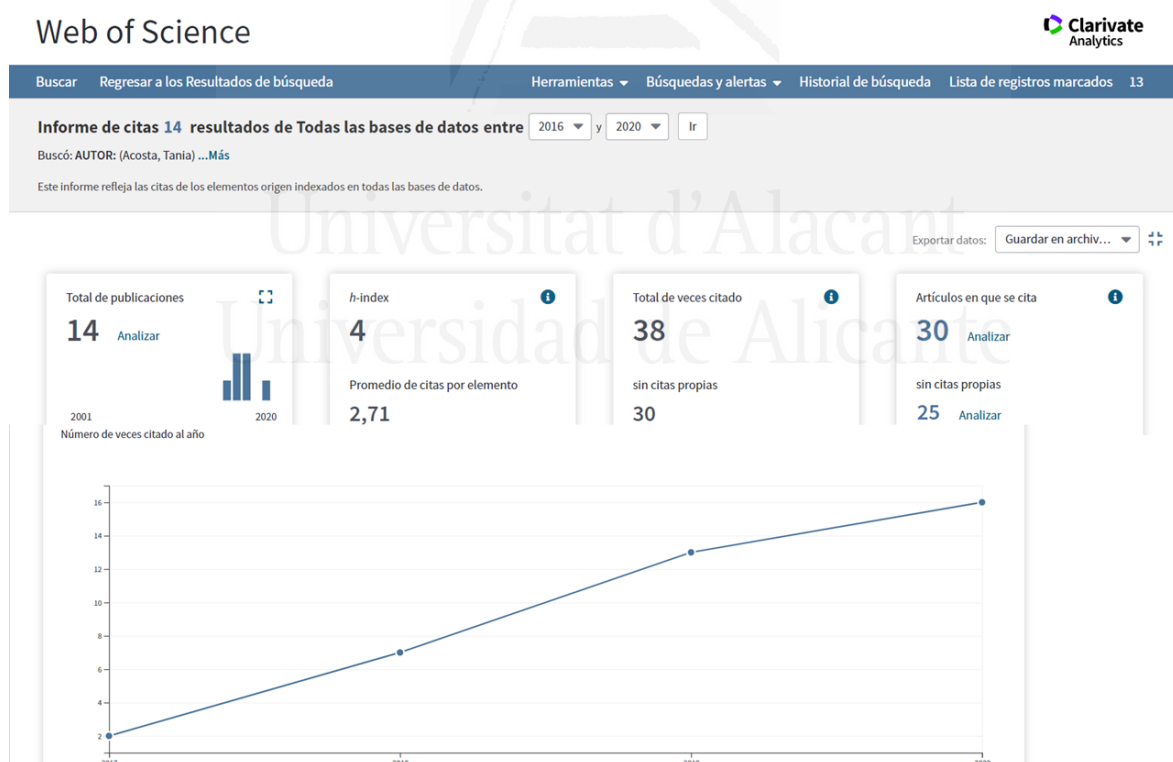


Figura 2.8: Perfil de la autora en WOS

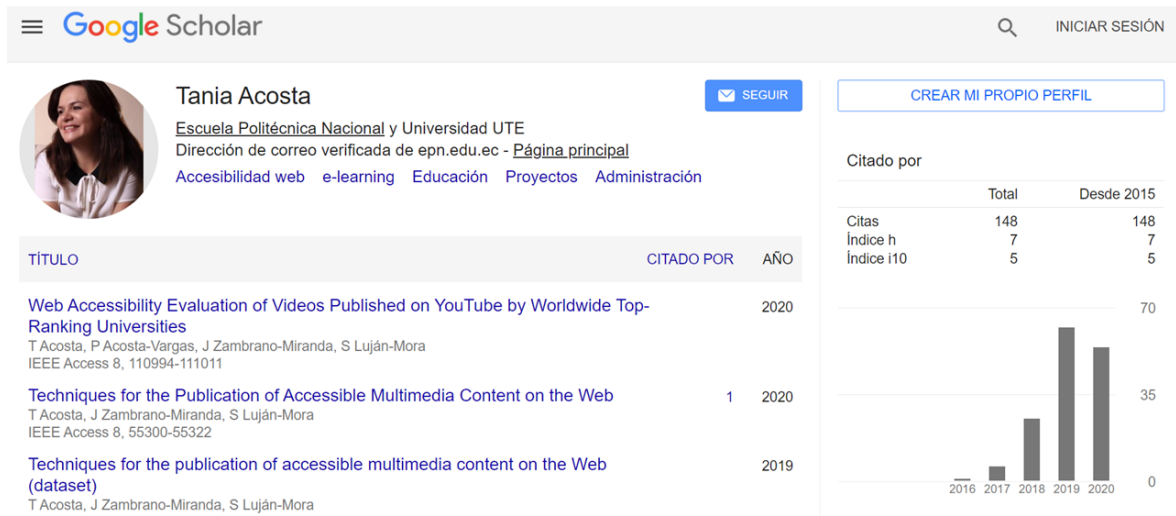


Figura 2.9: Perfil de la autora en Google Scholar



Figura 2.10: Perfil de la autora en Digital Bibliography & Library Project



Figura 2.11: Reconocimiento al primer lugar índice de producción científica de la autora
- Escuela Politécnica Nacional 2017



Figura 2.12: Reconocimiento a la producción científica de la autora - Universidad UTE 2018

3 Descripción del trabajo realizado

3.1. Caracterización del problema

El informe más reciente sobre discapacidad presentado por la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, WHO) en el 2011 reveló que el 15 % de la población mundial, aproximadamente mil millones de personas, tiene algún tipo de discapacidad ([World Health Organization, 2011](#)). De este total, aproximadamente 110 millones de personas experimentan dificultades considerables en su funcionamiento y 190 millones de personas tienen una “discapacidad severa” (el equivalente a la discapacidad inferida para afecciones tales como tetraplejia, depresión severa o ceguera) ([World Health Organization, 2011](#)). En algunos países, el porcentaje de personas con discapacidad es mayor que el estimado por la WHO.

Un estudio realizado en los Estados Unidos (EE.UU.) en el 2010 demostró que aproximadamente el 20 % de la población total del país (61.9 millones de un total de 309.3 millones de habitantes) tuvo alguna discapacidad ([Brault, 2012](#)). En el 2017 los resultados de una encuesta realizada en Canadá demostraron que aproximadamente el 22 % de los canadienses mayores de 15 años (aproximadamente 6 millones de personas) tuvieron una discapacidad ([Government of Canada, 2017](#)). Del mismo modo, en el 2018 una encuesta sobre ingresos y condiciones de vida en Europa, demostró que aproximadamente el 25 % de la población mayor de 16 años enfrentaba limitaciones en sus actividades diarias, debido a problemas de salud ([Observatorio estatal de la discapacidad, 2018](#)). Las personas con discapacidad se consideran uno de los grupos más vulnerables, ya que deben enfrentar múltiples barreras para realizar sus actividades diarias ([World Health Organization, 2011](#)).

En la actualidad, el uso de las TIC ha provocado un cambio drástico en la forma en que realizamos nuestras actividades cotidianas. Sin lugar a dudas, uno de los mayores avances tecnológicos en los últimos 30 años es el acceso a los servicios web a través del internet. Ante estos avances tecnológicos, se podría creer que todas las personas pueden acceder al contenido publicado en la Web a través de diferentes dispositivos, navegadores, redes, plataformas y tecnologías de apoyo ([Alamri, Muhammad, Elaiwi,](#)

3 Descripción del trabajo realizado

[Al-Mutib, y Hossain, 2014](#)).

En contraste a ello, la información publicada en millones de páginas web no puede ser accedida por todas las personas. Es decir, existe una brecha digital producida por la falta de accesibilidad web, la cual afecta significativamente a las personas con discapacidad y a los adultos mayores, afectando incluso a las personas que usan tecnologías de apoyo (lectores de pantalla, teclados en pantalla, etc.) ([Earl y Neal, 2016](#)). Las posibles causas de este problema podrían atribuirse a que los diseñadores, los autores y desarrolladores web carecen de conocimiento, experiencia o interés sobre la accesibilidad web. Además, los editores de contenido web pueden ser utilizados por personas que no necesariamente tienen conocimiento de las tecnologías web como HTML, JavaScript, CSS, accesibilidad web, etc. ([Minin, Alemán, Sacramento, y Trevisan, 2015](#)). Los editores de contenido web son herramientas que aplican la filosofía “Lo que ves es lo que obtienes” (*What You See Is What You Get*, WYSIWYG), que permite la visualización del resultado final mientras es creado por el autor ([Iglesias, Moreno, Martínez, y Calvo-Martin, 2011](#)). Estos editores no suelen tener incorporadas la funcionalidad de crear contenido accesible o de evaluar si el contenido creado es accesible.

Con respecto a la multimedia, este es un recurso que es publicado de forma masiva en la Web. Sin embargo, es uno de los elementos que presenta más problemas de accesibilidad. En la actualidad, los videos son almacenados en repositorios que contienen millones de horas de contenido en diferentes formatos ([Paniagua-Martin, Garcia-Crespo, Colomo-Palacios, y Ruiz-Mezcua, 2011](#)). Los análisis estadísticos demuestran que:

- Un tercio de todas las actividades en línea se centran en el video ([WordStream, 2018](#)).
- En YouTube se cargan aproximadamente 300 horas de video por minuto, y se reproducen 1,000 millones de horas de videos todos los días ([Smith, 2019](#)).
- En Facebook se visualizan 100 millones de horas de reproducción de video por día ([Smith, 2019](#)).
- En Facebook diariamente se visualizan un promedio de 8,000 millones de videos ([Smith, 2019](#)).
- En el caso de Facebook, el 85 % de las vistas de sus videos se realizan en modo silencioso ([Patel, 2016](#)).
- El 78 % de los usuarios de Internet miran videos en línea todas las semanas ([Smith, 2019](#)).
- Los usuarios de Snapchat ven diariamente un promedio de 10,000 millones de videos ([Iqbal, 2020](#)).
- Cuando Instagram presentó la funcionalidad para publicar videos, se compartieron más de 5 millones en 24 horas ([Smith, 2019](#)).

Una investigación realizada en el 2016 ([Armstrong, 2017](#)) demostró que el uso de subtítulos por las personas que no tenían problemas de audición era aproximadamente

del 18 %; una cifra que podría alcanzar el 35 % dependiendo del tipo de contenido. Asimismo, la BBC determinó que el 30 % de los niños usaban subtítulos en las categorías de programas para niños ([Armstrong, 2017](#)). Otra barrera que enfrentan las personas con o sin discapacidad está relacionada con el idioma, es decir, cuando el usuario no conoce un idioma ([Moreno, Iglesias, y Martínez, 2007](#)). Si a las barreras antes mencionadas les agregamos los inconvenientes de compatibilidad que algunos reproductores de video tienen con la tecnología de asistencia, la perspectiva no es muy alentadora ([Earl y Neal, 2016](#)). Por lo tanto, los diseñadores y desarrolladores web deben proporcionar tecnologías que consideren las necesidades únicas de las personas ([Thompson, 2018](#)).

En el ámbito educativo, es importante tomar en cuenta el artículo 24 de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad ([United Nations, 2006](#)), en el cual se defiende el derecho a la educación sin discriminación e igualdad de oportunidades para este grupo importante de personas. Sin embargo, este derecho es vulnerado ya que millones de personas con discapacidad enfrentan barreras de accesibilidad imposibles de superar. Por ejemplo, en el caso de los videos, la ausencia de subtítulos, de transcripción textual o de un video con la interpretación en lengua de señas provoca la exclusión de personas con problemas de audición ([Moreno y otros, 2007](#)). Es importante resaltar que las personas sin discapacidades también aprovechan la posibilidad de acceder a subtítulos, especialmente cuando se encuentran en lugares donde no se pueda hacer ruido o, al revés, cuando se encuentran en lugares con demasiado ruido.

En el caso de las IES, el uso de videos en las diferentes modalidades de enseñanza-aprendizaje ha permitido a las universidades compartir información esencial entre todos sus interesados. El uso de videos es muy valorado por su capacidad para ampliar el compromiso y el desarrollo de los estudiantes, ya que brinda la oportunidad de crear un ambiente de aprendizaje atractivo y colaborativo ([Kaltura, 2019](#)). En vista del momento histórico en el que se lleva a cabo esta investigación, destacamos el hecho de que, debido a la pandemia de coronavirus, miles de instituciones educativas han cerrado sus puertas físicas, afectando a más del 91% de la población estudiantil en el mundo ([United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2020b](#)). La pandemia de coronavirus ha obligado a las instituciones educativas a continuar sus actividades a distancia. La UNESCO sugiere la implementación del aprendizaje a distancia a gran escala y recomienda el uso de plataformas de aprendizaje en línea para llegar a los alumnos de forma remota ([United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2020a](#)).

Las plataformas de aprendizaje que admiten el aprendizaje electrónico se caracterizan por el uso frecuente de videos ([Malik y Agarwal, 2012](#)). De igual manera, en los MOOC el uso de los videos se ha incrementado significativamente en los últimos años, lo cual ha propiciado que los cursos sean estructurados de una forma más atractiva ([Miyashita, Sato, Takagi, y Asakawa, 2007](#)). Por lo tanto, es necesario ahora más que nunca, proporcionar funciones de accesibilidad a los videos para garantizar la inclusión y el acceso a la educación de todos los estudiantes en todo el mundo.

3 Descripción del trabajo realizado

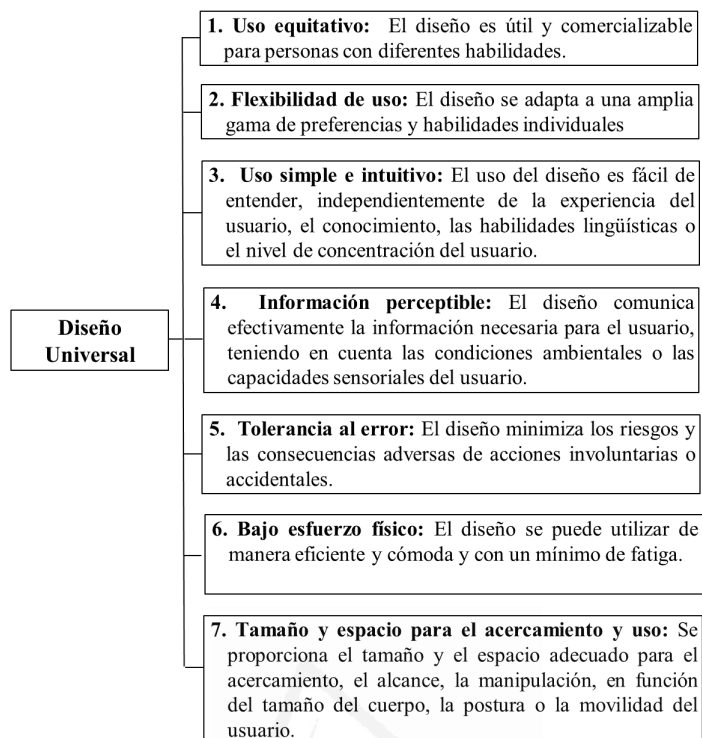


Figura 3.1: Principios del diseño universal

3.2. Recopilación del estado de la cuestión

En esta investigación, en el proceso de recopilación del estado de la cuestión nos enfocamos en revisar los conceptos relacionados con el diseño universal, la accesibilidad web y la multimedia.

3.2.1. Diseño Universal

En 1997, un grupo de investigadores de la Universidad de Buffalo creó un paradigma conocido como diseño universal (DU) ([North Carolina State The Center for Universal Design, 1997](#)). Este paradigma considera conceptos como diseño sin barreras, diseño accesible, y tecnologías de apoyo. El DU propone 7 pautas: uso equitativo, flexibilidad en uso, uso simple e intuitivo, información perceptible, tolerancia al error, baja física esfuerzo, y tamaño y espacio para aproximación y uso, como se muestra en la Figura 3.1. El DU promueve la creación de entornos de fácil acceso y productos para el mayor número de personas sin la necesidad de hacer adaptaciones o un diseño especializado. La aplicación de este diseño promueve la inclusión social y la reducción de las barreras que enfrenta un número significativo de personas debido a sus diferencias.

3.2.2. Estándares de accesibilidad web propuestos por W3C

La accesibilidad web se refiere a las características de diseño web que permiten a las personas percibir, comprender, operar e interactuar en la web. Esto significa que la accesibilidad web garantiza que las personas con o sin discapacidades pueden acceder a sitios web como todos los demás (Luján-Mora, 2013).

Para lograr la accesibilidad de la Web, el W3C (World Wide Web Consortium, 2018a) a través de la WAI (World Wide Web Consortium, 2020a) en asociación con organismos de todo el mundo tienen como objetivo lograr la accesibilidad de la Web. Algunos de los estándares desarrollados por este organismo son las WCAG 2.0 (World Wide Web Consortium, 2008), las WCAG 2.1 (World Wide Web Consortium, 2018c), las ATAG 2.0 (World Wide Web Consortium, 2015a) y las UAAG 2.0 (World Wide Web Consortium, 2015c). En la Figura 3.2, se presenta un resumen de los principios que rigen cada una de estas recomendaciones.

3.2.2.1. Pautas de accesibilidad al contenido web (WCAG)

En 1999 la WAI recomendó la aplicación de las WCAG 1.0 (World Wide Web Consortium, 1999) con el objetivo de crear contenido web accesible. Posteriormente, en el 2008 publicó las WCAG 2.0 que se convirtieron en el estándar ISO/IEC 40500:2012 (W3C) (International Organization for Standardization, 2019). Las WCAG 2.1 fueron publicadas en el 2018 y toman en consideración todos los criterios de éxito de las WCAG 2.0. En consecuencia, los sitios web que cumplen con las pautas WCAG 2.1 también cumplen con las WCAG 2.0 (World Wide Web Consortium, 2018c). Las WCAG 2.1 están organizadas en 4 principios y 13 pautas como se muestra en la Figura 3.3. Estas pautas están diseñadas para admitir diferentes tecnologías, no solo tecnologías web (World Wide Web Consortium, 2018c), y consideran un amplio rango de discapacidades, tales como las visuales, auditivas, físicas, del habla, cognitivas, del lenguaje, de aprendizaje y neurológicas (World Wide Web Consortium, 2018d).

Las WCAG 2.1 contienen 78 criterios de éxito (17 nuevos criterios de éxito que la versión 2.0), los cuales satisfacen uno de los tres posibles niveles de conformidad (A, AA y AAA) (World Wide Web Consortium, 2018c). El nivel A corresponde al nivel mínimo, pero su cumplimiento garantiza la accesibilidad de la Web. El nivel AA es el nivel medio y asume el cumplimiento de los criterios de éxito de los niveles A y AA. El nivel avanzado es AAA, garantiza el cumplimiento de los criterios de éxito de nivel A, AA y AAA (World Wide Web Consortium, 2018c). La WAI también proporciona enlaces a recursos, a código, a un documento informativo con una amplia colección de técnicas y a documentación sobre fallos comunes que impiden el cumplimiento de los criterios de éxito (World Wide Web Consortium, 2018c). En cuanto a las técnicas, estas guían a los autores y desarrolladores web en el cumplimiento de los criterios de éxito del WCAG (World Wide Web Consortium, 2020c). Estas técnicas se actualizan aproximadamente tres veces al año y consideran algunos factores, tales como los tipos de discapacidades y los avances tecnológicos. Las técnicas para WCAG 2.1 se actualizaron por última vez en julio del 2020 y se clasifican en suficientes y recomendables.

Las técnicas suficientes permiten cumplir con los criterios de éxito. Las técnicas recomendables van más allá del cumplimiento de los criterios de éxito y algunas de ellas

3 Descripción del trabajo realizado

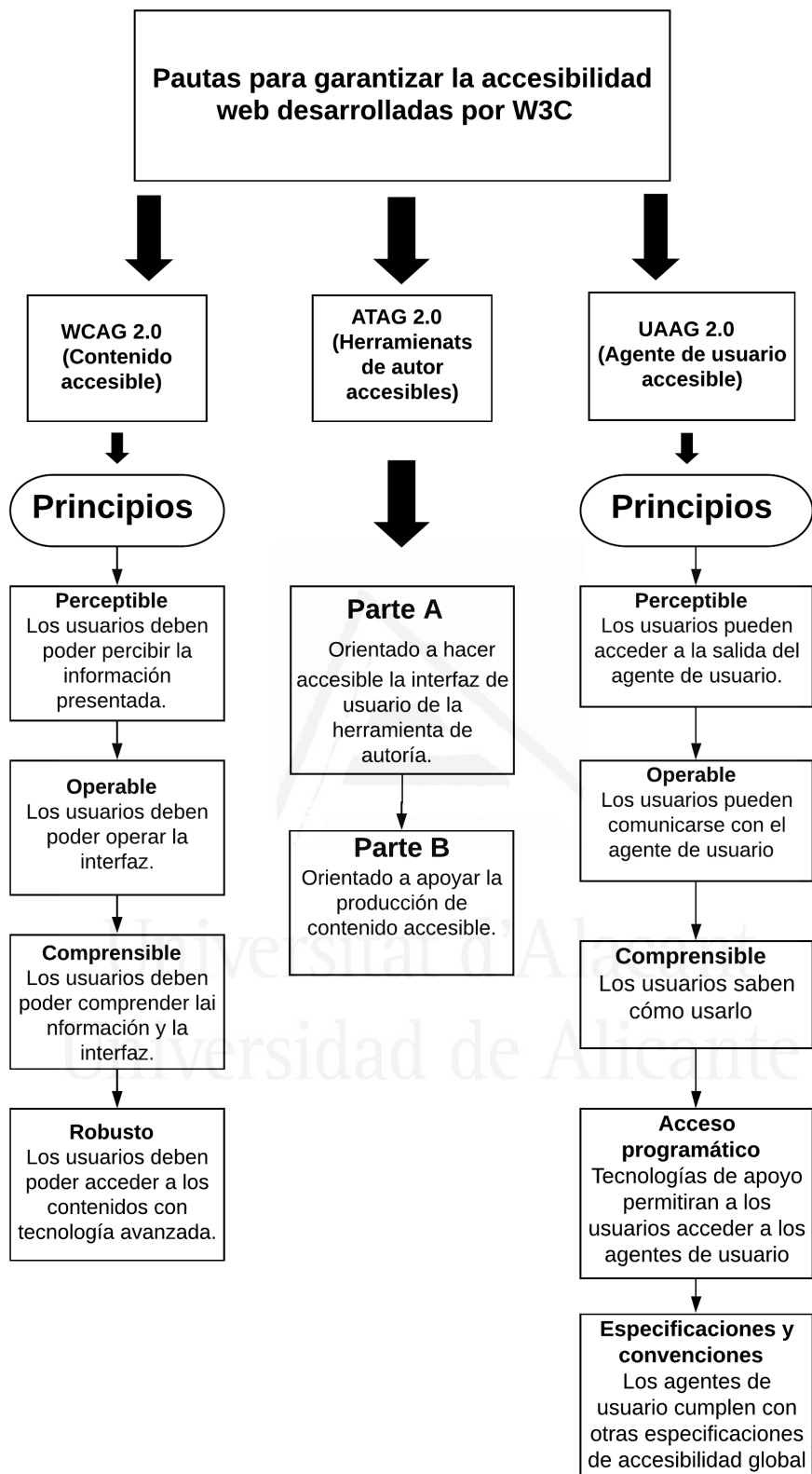


Figura 3.2: Estándares de accesibilidad web propuestas por el W3C

3.2 Recopilación del estado de la cuestión



Figura 3.3: Principios y pautas de las WCAG 2.1 - ATAG 2.0 - UAAG 2.0

3 Descripción del trabajo realizado

Tecnología	Número de técnicas	Descripción
ARIA	24	WAI-ARIA Technology
CSS	21	CSS
F	89	Common Failures
G	161	General
FLASH	36	Flash
HTML	60	HTML and XHTML
PDF	23	PDF
SCR	24	Client-Side Script
SL	35	Silverlight
SM	8	SMIL
SVR	5	Server-Side Script
Plain	3	Plain-Text

Tabla 3.1: Técnicas orientadas al cumplimiento de WCAG 2.1

toman en cuenta determinadas barreras de accesibilidad que no están cubiertas por los criterios de éxito. La Tabla 3.1 resume estas técnicas clasificadas según la tecnología a la que están orientados ([World Wide Web Consortium, 2020c](#)). El cumplimiento de las técnicas para WCAG 2.1 no garantiza la accesibilidad en el contenido web porque una técnica dada puede no ser la mejor opción para una tecnología determinada, o puede haber otras formas de cumplir un criterio de éxito ([World Wide Web Consortium, 2016](#)). Para cumplir con los criterios de éxito, en ciertos casos se recomienda aplicar una o más técnicas y tomar en cuenta que una misma técnica puede ser aplicada para cumplir con uno o más criterios de éxito.

3.2.2.2. Pautas de accesibilidad de las herramientas de autor (ATAG)

En el 2000 la WAI publicó ATAG 1.0 ([World Wide Web Consortium, 2000](#)). El objetivo de las ATAG 1.0 fue ayudar a los desarrolladores a diseñar herramientas que produzcan contenido web accesible, así como proporcionar recomendaciones para crear interfaces de autor accesibles. En el 2015, la WAI publicó ATAG 2.0 ([World Wide Web Consortium, 2015a](#)). Estas pautas están orientados a crear software y servicios que

permitan a los autores (diseñadores, editores, programadores, evaluadores, autores de contenido, etc.) crear o modificar contenido web a través de herramientas de autor. ATAG 2.0 incluye 8 principios, 24 pautas y 89 criterios de éxito verificables. ATAG 2.0 está estructurado en dos partes o secciones ([World Wide Web Consortium, 2015a](#)):

La Parte A se centra en la creación de herramientas de autor accesibles.

La Parte B se enfoca en producir contenido web accesible a través de las herramientas de autor.

Debido a que esta investigación se centra en la publicación del contenido multimedia, nos enfocamos en la Parte B de ATAG 2.0 que está estructurada en 4 principios y 11 pautas, como se muestra en la Figura 3.3. Además, la Parte B de ATAG 2.0 también incluye 32 criterios de éxito, cuya aplicación beneficia a todos los usuarios finales, y en particular a las personas con discapacidad y los adultos mayores. ([World Wide Web Consortium, 2015a](#)). Adicionalmente, la WAI proporciona información no normativa que contiene la intención de los criterios de éxito de ATAG 2.0, ejemplos y en algunos casos referencias a otros recursos relacionados ([World Wide Web Consortium, 2015b](#)).

3.2.2.3. Pautas de accesibilidad de los agentes de usuario (UAAG)

En el 2002 la WAI publicó UAAG 1.0 ([World Wide Web Consortium, 2002b](#)). Estas pautas promueven la accesibilidad de las interfaces de usuario y la capacidad de comunicarse con tecnologías de apoyo ([World Wide Web Consortium, 2002b](#)). En el 2002, la WAI publicó un conjunto de técnicas para satisfacer las UAAG 1.0 ([World Wide Web Consortium, 2002a](#)). En 2015, WAI publicó UAAG 2.0 ([World Wide Web Consortium, 2015c](#)). Este estándar incluye 5 principios y 26 pautas, como se muestra en la Figura 3.3. UAAG 2.0 incluye un total de 112 criterios de éxito y 3 niveles de conformidad (A, AA y AAA) agrupados bajo el mismo concepto que los niveles de accesibilidad propuestos en WCAG 2.0.

Las UAAG 2.0 están alineadas con las ATAG 2.0 y las WCAG 2.0. El objetivo de las UAAG 2.0 es guiar a los desarrolladores en el diseño de agentes de usuario (reproductores multimedia, navegadores, extensiones de navegador, tecnologías de apoyo, lectores de pantalla, líneas braille, entre otros.) que permiten que la Web sea accesible para personas con discapacidad ([World Wide Web Consortium, 2015c](#)). Las UAAG 2.0 ayudan a mejorar la accesibilidad de las interfaces de usuario y su capacidad de comunicarse con otras tecnologías. Estas pautas también se pueden utilizar para evaluar la accesibilidad de agentes de usuario ([World Wide Web Consortium, 2015c](#)).

3.2.3. Multimedia accesible

La multimedia en la Web incluye sonido, música, videos, películas y animaciones ([W3Schools, 1999](#)). Los recursos multimedia tienen diferentes formatos y extensiones. Por ejemplo, los formatos más comunes de archivos de video son: AVI, Flash, MPG, MPEG, Ogg, Quicktime, Realvideo, Webm, WMV ([W3Schools, 1999](#)). Los principales formatos de audio son: AAC, MIDI, MP3, MP4, Ogg, RealAudio, WAV, WMA ([W3Schools, 1999](#)). Algunos términos de accesibilidad relacionados con multimedia son: audiodescripción, audiodescripción extendida, audio nítido, descripción textual del video, lenguajes de señas, subtítulos, transcripción textual, entre otros. Se presenta

3 Descripción del trabajo realizado

una descripción de cada uno de estos términos tomados del estándar ISO/IEC 40500: 2012 (W3C) ([International Organization for Standardization, 2019](#)) y del documento de trabajo del W3C titulado Requerimientos de los Usuarios en la Accesibilidad a la Multimedia ([World Wide Web Consortium, 2020b](#)):

Audiodescripción: también conocida como narración descriptiva, interpretación visual, descripción de video. Es una descripción que se agrega a la banda sonora que contiene detalles esenciales para la comprensión del video, especialmente para las personas con discapacidad visual. Este también se utiliza en eventos deportivos, musicales, museos, etc. La audiodescripción se agrega durante las pausas del diálogo.

Audiodescripción extendida: también conocida como descripción de video extendida, es una reproducción más larga que la audiodescripción porque extiende la línea de tiempo de los videos pregrabados. Es necesario pausar el video para acceder audiodescripción extendida.

Audio nítido: consiste en aprovechar las ventajas del multicanal de audio separando el audio que contiene el diálogo hablado de la información importante que no contiene este diálogo. El audio nítido beneficia especialmente a las personas con discapacidad auditiva, ya que se puede adaptar o configurar la frecuencia del audio nítido de acuerdo a sus necesidades.

Descripción textual del video: consiste en un texto que describe todos los sonidos de audio e información visual significativa del video (similar al guion). Los usuarios a través de las tecnologías de apoyo, tales como el lector de pantalla o dispositivo Braille, acceden a la descripción textual e incluso pueden ajustar la velocidad de lectura de acuerdo a sus necesidades.

Lengua de señas o signos: consiste en un lenguaje que usa expresiones faciales, combinaciones de movimientos de manos y brazos, o posiciones corporales para transmitir significado. El lenguaje de señas beneficia especialmente a las personas con discapacidad auditiva.

Subtítulos: consiste en una traducción o transcripción del diálogo en el que se identifican a las personas involucradas. Los subtítulos incluyen efectos de sonido, música e información de audio o video necesaria para comprender su contenido, tales como apertura o cierre de puertas, etc. Los subtítulos que se pueden activar o desactivar se conocen como subtítulos cerrados (*closed captions*). Los subtítulos emitidos en el video sin posibilidad de desactivación se conocen como subtítulos abiertos (*open captions*). Los subtítulos mejorados incluyen enlaces que contienen una explicación más detallada de ciertos términos, abreviaturas y siglas. Los subtítulos benefician especialmente a las personas con discapacidad auditiva.

Transcripción: consiste en un texto que debería incluir el contenido de los subtítulos como de la descripción textual. La transcripción debe estar disponible para que los usuarios que tengan dificultades para leer los subtítulos sincronizados puedan leer la transcripción textual a su ritmo.

Los usuarios finales (personas con o sin discapacidades y adultos mayores) de acuerdo con sus necesidades deben tener la posibilidad de activar o desactivar: los subtítulos, la audiodescripción, el lenguaje de señas, la descripción textual y la transcripción. Cada uno de los contenidos alternativos proporciona ayuda a los usuarios finales para acceder a contenido multimedia, y estos pueden implementarse a través de la tecnología HTML.

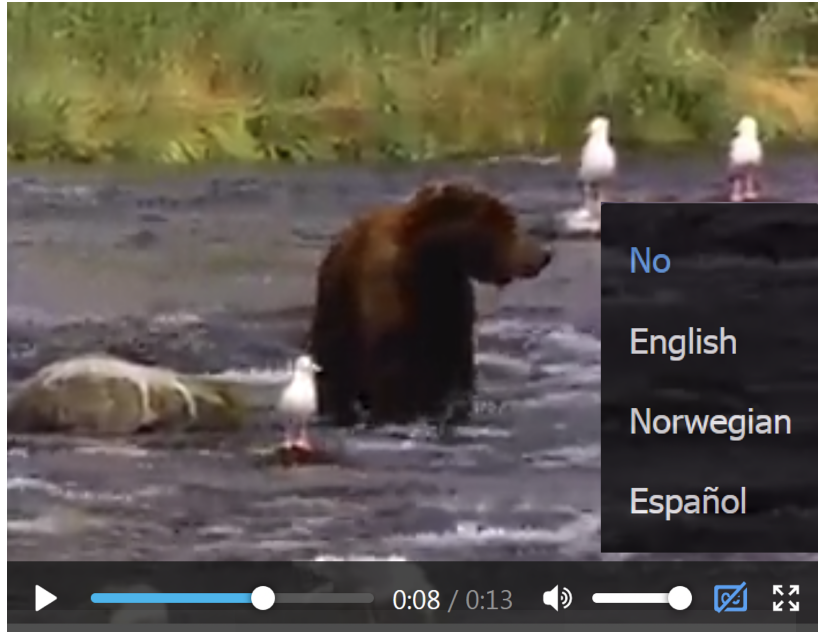


Figura 3.4: Captura de pantalla de un video con subtítulos en tres idiomas

3.2.3.1. Contenido multimedia en HTML 5

La última versión HTML 5.2 fue presentada el 14 de diciembre de 2017 ([World Wide Web Consortium, 2017](#)). HTML 5 ha definido las etiquetas `<audio>` y `<video>` con el propósito de facilitar la inserción de contenido multimedia y evitar la dependencia de diferentes complementos ([World Wide Web Consortium, 2017](#)). La principal diferencia entre estos elementos es que el elemento de video tiene un área de reproducción para el contenido visual, mientras que el elemento `<audio>` no lo tiene ([World Wide Web Consortium, 2017](#)). HTML 5.2 incluye las etiquetas ``, `<canvas>`, `<source>` y `<track>`. La etiqueta `` representa una imagen. La etiqueta `<canvas>` consiste en un área de dibujo utilizable por código. La etiqueta `<source>` permite especificar múltiples recursos de medios alternativos para elementos de medios. La etiqueta `<track>` permite insertar varios archivos de subtítulos, subtítulos, descripciones, capítulos y metadatos en los archivos multimedia ([World Wide Web Consortium, 2017](#)).

Por ejemplo, la etiqueta `<video>` permite incluir un video en los formatos mp4 y ogg a la vez. El atributo "src" permite establecer la ruta del recurso multimedia. La etiqueta `<track>` permite incluir varias pistas con subtítulos. El atributo "kind" permite especificar que las pistas corresponden a los subtítulos y el atributo "srclang" especifica los idiomas en los cuales están disponibles los subtítulos. La Figura 3.4 muestra una captura de pantalla de un video en el cual el usuario tiene la posibilidad de activar o desactivar los subtítulos, así como seleccionar uno de los tres idiomas disponibles.

La Tabla 3.2 presenta los principales atributos definidos para elementos multimedia en HTML ([World Wide Web Consortium, 2017](#)).

La descripción de cada uno de estos atributos es la siguiente:

autoplay: indica que el recurso multimedia debe reproducirse automáticamente cuan-

3 Descripción del trabajo realizado

Etiquetas	Atributos
<audio>	autoplay, controls, loop, muted, preload, src
<source>	src, srcset, media, sizes, type
<track>	default, kind, label, src, srclang
<video>	autoplay, controls, height, loop, muted, poster, preload, src, width

Tabla 3.2: Elementos HTML para la multimedia

do se carga la página web.

controls: especifica que el control (iniciar, detener, pausar, etc.) del audio/video deben ser desplegados.

default: habilita la pista si no se indica ninguna otra pista de texto.

height: es la dimensión vertical del reproductor de video.

kind: define el tipo de la pista de texto.

loop: establece que el audio/video iniciará nuevamente después de finalizado.

label: es la etiqueta visible para el usuario.

media: acepta cualquier consulta de medios válida que normalmente se definiría en un CSS.

muted: permite silenciar el recurso multimedia predeterminado.

poster: muestra una imagen como presentación antes de reproducir el video.

preload: es la cantidad aproximada de almacenamiento en búfer que necesitará el recurso multimedia.

sizes: indica el tamaño de la imagen.

src: especifica el URL del recurso multimedia.

srcset: es la dirección o ruta de la imagen para usar en diferentes situaciones.

srclang: es el idioma de la pista de texto.

type: especifica el tipo de recurso incrustado.

width: es la dimensión horizontal del reproductor del video.

3.2.3.2. Reproductores de video y navegadores web

En la actualidad, una gran cantidad de reproductores multimedia están incorporados en los agentes de usuario (navegador). Las principales diferencias entre los distintos reproductores multimedia residen en las características de accesibilidad que proporcionan a los usuarios finales (Moreno, Gonzalez, Martínez, y Iglesias, 2011). Por ejemplo, si partimos del hecho de que el contenido multimedia es accesible, las características que marcan la diferencia en los reproductores multimedia son aquellas que permiten a los usuarios finales habilitar o deshabilitar la descripción de audio, los subtítulos, lengua de señas, transcripciones, visualización del contenido audiovisual independientemente del formato (Moreno y otros, 2011). Los navegadores web son las aplicaciones de software que permiten el acceso a la información publicada en la Web. Es importante que el navegador web esté dotado de características de accesibilidad que permitan a las personas con discapacidad y adultos mayores utilizar funciones de personalización web para satisfacer sus preferencias de manera efectiva (Sa-nga-ngam y Kiattisin, 2020).

3.3. Resultados obtenidos

3.3.1. Estudio comparativo de los niveles de accesibilidad de LMS que apoyan el aprendizaje en línea: estudio de caso Moodle, Sakai y una plataforma propietaria

El estudio comparativo de la accesibilidad de los LMS se realizó aplicando el modelo planteado por Ranging, Petri, Thompson, y Hahn (2013). Este modelo considera ocho categorías que incluyen 33 características que deberían cumplir los LMS para que sean accesibles y usables. Estas características consideran los requisitos de las personas con discapacidades visuales, auditivas, de movilidad, de aprendizaje y cognitiva. En esta investigación se evaluó y comparó la accesibilidad de tres LMS, Moodle 2.3, Sakai 2.8 y una plataforma desarrollada por una IES ecuatoriana, denominada en este estudio "ABC". El instrumento utilizado para recabar la información fue un cuestionario de 138 preguntas. La base de datos que contiene los datos e información de la evaluación efectuada fue creada en Microsoft Excel.

Las categorías consideradas en esta evaluación fueron:

- Identificación, configuración y pruebas de compatibilidad
- Personalización
- Navegación
- Formularios
- Ayuda y documentación
- Herramientas comunes para los estudiantes
- Herramienta de autor y contenido

3 Descripción del trabajo realizado

Como se observa en Figura 3.5, los resultados demostraron un mejor cumplimiento de las características de accesibilidad de las plataformas de código abierto. Adicionalmente, se identificó que las actividades relacionadas con la categoría herramientas de autor y creación de contenido accesible presentaban mayores problemas de accesibilidad.

Específicamente en la categoría herramientas de autor y contenido se identificó que los usuarios experimentaron dificultades durante el proceso de subida de uno o varios archivos. También se identificaron problemas de accesibilidad con los editores de contenidos en línea durante la creación de contenido y con el manejo del contenido multimedia. Con respecto al manejo del contenido multimedia, dos de las características que incumplieron totalmente las tres plataformas fueron el proveer subtítulos y audiodescripción a los videos, como se observa en la Figura 3.5.

La disponibilidad de subtítulos y audiodescripción son características básicas (Nivel A) para que un video sea accesible de acuerdo a la “Pauta 1.2 Medios tempodependientes: Proporcionar alternativas para los medios tempodependientes” de las WCAG 2.1. Las personas afectadas por la falta de subtítulos son aquellas con discapacidades auditiva, cognitivas, del lenguaje o del aprendizaje. De igual forma, la falta de audiodescripción afecta a las personas ciegas o con problemas de visión, así como a aquellas personas con limitaciones cognitivas que tienen dificultades para interpretar visualmente lo que sucede.

Desde el punto de vista de la accesibilidad de las herramientas de autor, al no incluir la funcionalidad que permite asociar subtítulos o audiodescripción a un video, se incumple el criterio de éxito “B.2.2.2 Configuración de las propiedades de accesibilidad (WCAG)” correspondiente a la “Pauta B.2.2: Guía de autores para producir contenido accesible” de ATAG 2.0.

En el caso que un reproductor de video no tenga opciones que permita a los usuarios finales activar o desactivar los subtítulos, así como acceder al audiodescripción, se incumple el criterio de éxito de nivel A “Renderizar contenido alternativo” correspondiente a la “Pauta Proporcionar acceso a contenido alternativo” de las UAAG 2.0.

3.3.2. Análisis de la accesibilidad de los sitios web de las universidades ecuatorianas de excelencia

En el ámbito educativo, las IES deberían ser las primeras en garantizar el derecho de acceso a la educación que tenemos todos las personas. Por lo tanto, las IES deberían asegurar que la información publicada en sus sitios web incorporen como un requisito esencial las características de accesibilidad web. En este trabajo, se consideró como caso de estudio 44 sitios web de todas las universidades ecuatorianas de excelencia, clasificadas en las categorías A, B y C. Esta clasificación fue realizada por el Consejo de Evaluación Acreditación y Aseguramiento de la Calidad (CEAACES) del Ecuador¹.

Previo al proceso de evaluación, se analizaron de forma exhaustiva las WCAG 2.0 así como también la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO/IEC 40500 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 “Accesibilidad para el contenido web” (Servicio Ecuatoriano de Normalización,

¹<https://universidadsociedadec.files.wordpress.com/2014/04/ceaaces-informe-general-eval-accred-categn.pdf>

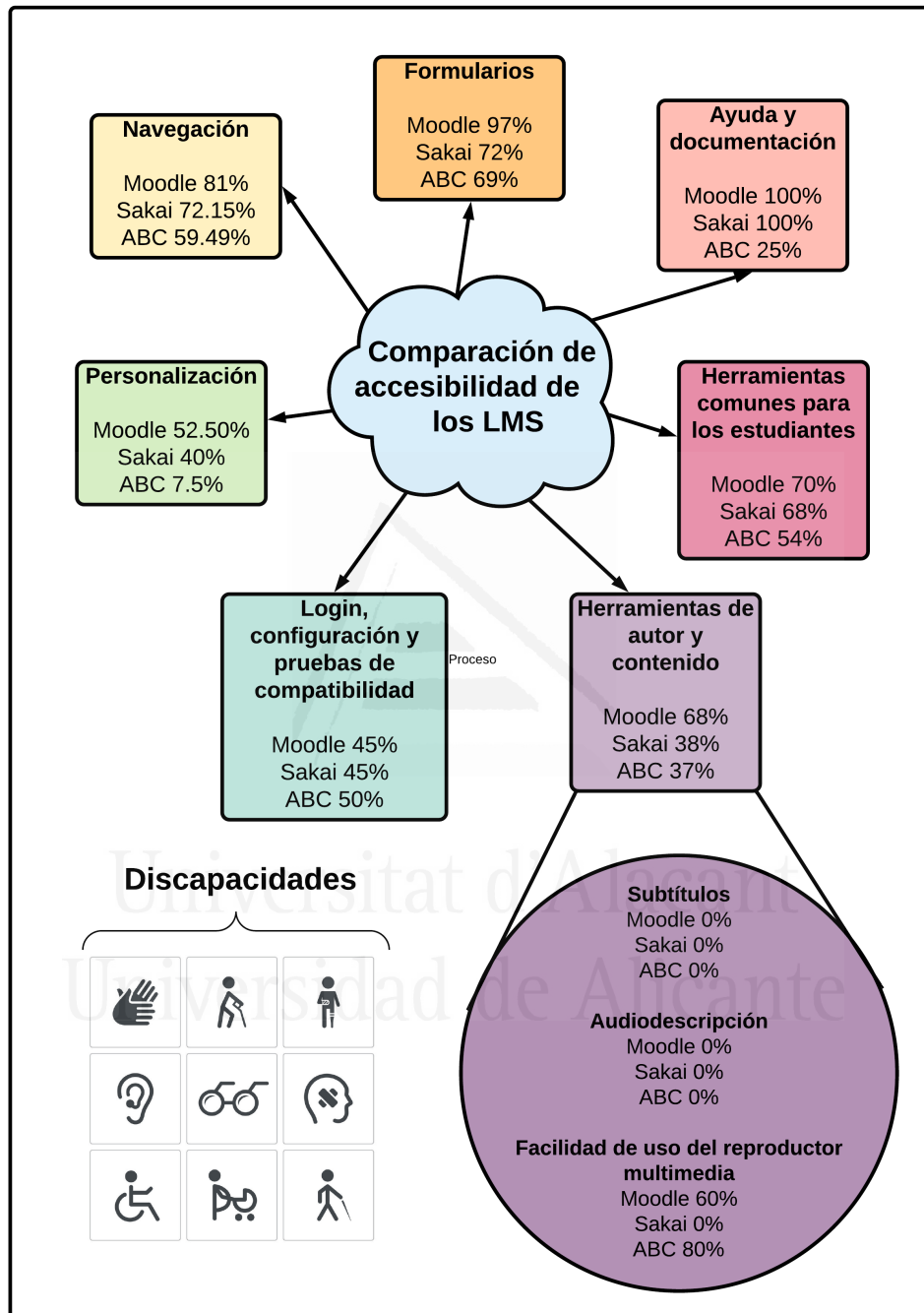


Figura 3.5: Accesibilidad de los LMS Moodle, Sakai y ABC

3 Descripción del trabajo realizado

2016). Es importante resaltar que el reglamento RTE INEN 288 fue aprobado con carácter de obligatorio y entró en vigencia desde el 8 de agosto del 2016. Este reglamento dio como plazo hasta el 8 agosto del 2018 para adecuar los sitios web ecuatorianos de tal manera que sean accesibles de acuerdo a las WCAG 2.0 nivel A. Adicionalmente, hasta el 8 de agosto de 2020, todos los sitios web ecuatorianos que presten un servicio público deben ser accesibles cumpliendo las WCAG 2.0 nivel AA.

Este estudio incluye en la sección de trabajos relacionados el estado de la cuestión sobre la accesibilidad de los sitios web de algunas IES ecuatorianas y de otros países. El proceso de evaluación de la accesibilidad se efectuó con la herramienta automática eXaminator y se evaluaron un total de 88 páginas web (página web principal y de oferta académica de cada universidad). La herramienta eXaminator emite un reporte de la evaluación realizada en función del cumplimiento de algunas técnicas recomendadas por las WCAG 2.0.

El análisis de los reportes presentados por eXaminator nos permitió identificar un total de 54 errores de accesibilidad. Estos errores se presentaron de forma reiterativa en varios elementos de las 88 páginas web evaluadas. De esta manera, se contabilizaron un total de 8,970 elementos no accesibles. En la Figura 3.6 se observa la clasificación de estos elementos de acuerdo al principio y nivel de accesibilidad incumplido. De esta forma, se demostró el incumplimiento del nivel de accesibilidad A de aproximadamente el 50 % de las universidades, mientras que el incumplimiento de los niveles AA y AAA alcanzaron 26 % y el 24 % respectivamente. En la Figura 3.7 se observa que el mayor porcentaje de errores de las páginas web evaluadas alcanzó el 59 %, los cuales estuvieron relacionados con el principio perceptible, mientras que el menor porcentaje de errores estuvo relacionado con el principio comprensible con el 7 %.

Los tres errores con mayor número de reincidencias fueron:

- **Enlaces con el mismo texto, pero diferentes destinos**, error identificado en 73 páginas web y en un total 1,883 elementos.
- **Reglas CSS que no especifican los colores de primer plano y fondo a la vez**, error identificado en 60 páginas web y en un total de 1,259 elementos.
- **Imagen sin alternativa textual**, error identificado en 69 páginas web y 714 elementos.

En el artículo de (Acosta y Luján-Mora, 2017) se detallan los 54 errores identificados en esta investigación y la recomendación para corregir 11 de ellos. Los resultados de este estudio demostraron que ninguno de los sitios web de las universidades ecuatorianas son accesibles, por lo que se incumple el reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288. Esto evidencia la necesidad urgente de contar con mecanismos que permitan a diseñadores y desarrolladores web entender y cumplir con las WCAG 2.0.

De acuerdo al puntaje obtenido de esta evaluación, se demostró que los sitios web de las universidades privadas de categoría A presentaron mejores características de accesibilidad. Así, alcanzaron un puntaje promedio de 6.6/10 en la evaluación de su página web principal y el puntaje de 6.3/10 en la página web de oferta académica. Las demás universidades mantuvieron un puntaje entre 4.6 y 5.4 como se observa en la Figura 3.8.

Incumplimiento de las WCAG 2.0					
Perceptible (32 errores) 5,362 elementos no accesibles			Operable (13 errores) 3,146 elementos no accesibles		
Nivel A	Nivel AA	Nivel AAA	Nivel A	Nivel AA	Nivel AAA
2,833 elementos	2,298 elementos	231 elementos	1,257 elementos	6 elementos	1,883 elementos
Comprensible (4 errores) 51 elementos no accesibles			Robusto (5 errores) 411 elementos no accesibles		
Nivel A	Nivel AA	Nivel AAA	Nivel A	Nivel AA	Nivel AAA
51 elementos	0 elementos	0 elementos	411 elementos	0 elementos	0 elementos
Nivel A 4,552 elementos no accesibles 50%		Nivel AA 2,304 elementos no accesibles 26%		Nivel AAA 2,114 elementos no accesibles 24%	

Figura 3.6: Incumplimiento de los principios de accesibilidad y niveles de accesibilidad de las WCAG 2.0 en los sitios web de las universidades ecuatorianas

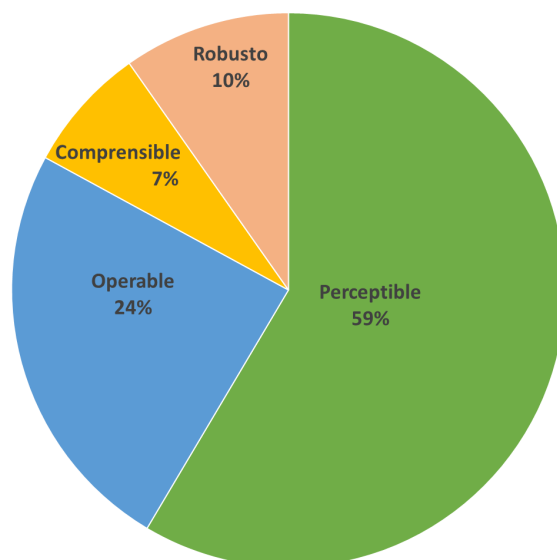


Figura 3.7: Porcentaje de incumplimiento de los principios de accesibilidad de las WCAG 2.0 en sitios web de universidades ecuatorianas

Adicionalmente, los resultados demostraron que no existía una diferencia significativa entre el puntaje de accesibilidad alcanzado en los sitios web de las universidades públicas y privadas.

De la evaluación a estos sitios web se evidenció que los reportes presentados por la herramienta eXaminator no detectaron todos los problemas que enfrentan las personas con discapacidad en la Web. Así, los problemas de accesibilidad relacionados con los elementos multimedia no fueron identificados. Tomando en cuenta que en el ámbito educativo el uso de la multimedia se ha incrementado en la Web, se consideró como posible área de investigación la accesibilidad de la multimedia en la Web.

3.3.3. Método para evaluar la accesibilidad de los editores de contenido en línea

Como objetivo de este trabajo de investigación se planteó proponer un método que permita evaluar la accesibilidad de los editores de contenido en línea durante el proceso de creación de tablas, encabezados e inserción de imágenes. Nos enfocamos en estos elementos ya que fueron identificados como las tres principales barreras de accesibilidad que enfrentan las personas con discapacidad visual que usan lectores de pantalla. Para este efecto, se consideraron los resultados presentados en dos estudios previos ([WebAIM, 2009](#); [Calvo, Iglesias, y Moreno, 2014](#)). En el primer estudio presentado por la WebAIM, los usuarios encuestados identificaron 12 elementos considerados los de mayor dificultad que incluso les provocó frustración durante el uso de la Web. El segundo estudio presenta los 16 mayores problemas que enfrentan los usuarios con

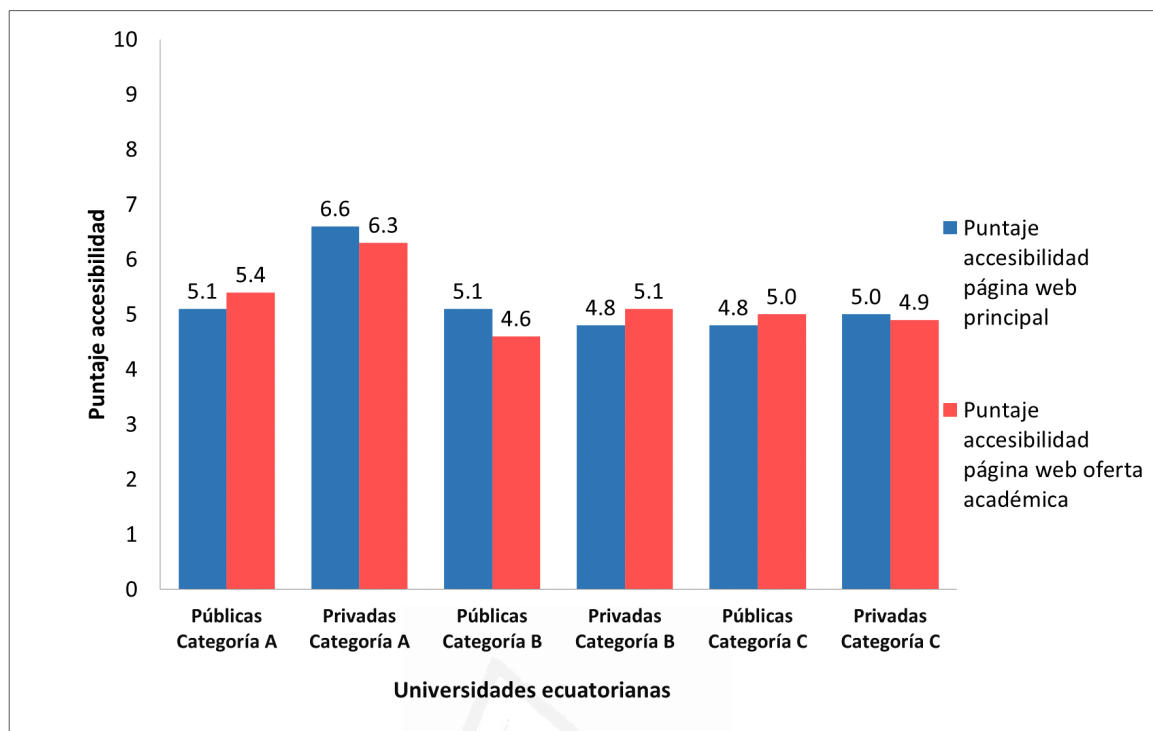


Figura 3.8: Resultado de la evaluación de la accesibilidad de universidades ecuatorianas

discapacidad visual al interactuar con Moodle.

En este trabajo de investigación, previo al planteamiento del método para evaluar la accesibilidad de los editores en línea, se realizó un análisis crítico de los estándares WCAG 2.0 y ATAG 2.0. Este análisis nos permitió comprender el alcance y la relación entre estos estándares, así como también nos permitió identificar las posibles barreras de accesibilidad que podrían eliminarse al implementar dichos estándares y sus técnicas.

El método propuesto consta de cuatro fases como se observa en la Figura 3.9. Como resultado de la primera y segunda fase identificamos que los criterios de éxito de las WCAG 2.0 que deberían aplicarse son las siguientes:

- 1.1.1 Contenido no textual
- 1.3.1 Información y relaciones
- 2.4.1 Evitar bloques
- 2.4.6 Encabezados y etiquetas
- 2.4.10 Encabezados de sección
- 3.2.3 Navegación coherente

De igual forma, los criterios de éxito de ATAG 2.0 considerados en este estudio fueron:

3 Descripción del trabajo realizado

- B.1.1.1 Generación automática de contenido después de sesiones de autoría
- B.1.1.2 Generación automática de contenido durante las sesiones de autoría (WCAG)
- B.2.1.1 Posible contenido accesible (WCAG)
- B.2.2.2 Configuración de las propiedades de accesibilidad (WCAG)
- B.2.4.10 Encabezados de sección
- B.2.3.1 El contenido alternativo es editable (WCAG)
- B.2.3.2 Reparación automática de alternativas de texto
- B.2.4.1 Opciones de plantilla accesibles (WCAG)
- B.2.5.1 Opciones de contenido preautorizado accesibles
- B.2.5.2 Identificar accesibilidad de contenido previamente creado
- B.3.1: Ayudar a los autores a verificar los problemas de accesibilidad
- B.3.1.3 Ayudar a los autores a localizar
- B.4.2: Asegurar que la documentación promueva la producción de contenido accesible

La tercera fase consistió en definir las características que deberían cumplir los encabezados, tablas e imágenes para que sean accesibles. Sobre la base de los criterios de éxito seleccionados y la correspondiente interpretación realizada por la autora de esta tesis, este trabajo aportó con 63 características de accesibilidad, de las cuales 21 características se enfocan en la accesibilidad de las imágenes, 15 características están orientadas en la accesibilidad de los encabezados, 18 en la accesibilidad de las imágenes y 9 características son aplicables de manera general a los editores para crear contenido web accesible. El detalle del método y de las características propuestas se presentan en el artículo de [Acosta y otros \(2018\)](#). Este estudio se realizó considerando el cumplimiento de las WCAG 2.0 y la Parte B de ATAG 2.0.

En la Figura 3.10 se presenta un resumen de los atributos que los autores deberían incluir en los encabezados, tablas e imágenes para que sean accesibles, así como también se incluyen las funcionalidades que debe contener un editor de contenido en línea para crear contenido web accesible.

3.3.4. Método para evaluar la accesibilidad de los encabezados creados en los editores de contenido en línea

Esta investigación se realizó tomando como base el método propuesto en el artículo de [Acosta y otros \(2018\)](#). La aplicación del método se realizó considerando como caso de estudio a los editores TinyMCE y Atto de Moodle 3.3.1, como se observa en la Figura 3.11. Este estudio nos permitió recopilar información sobre el estado de accesibilidad

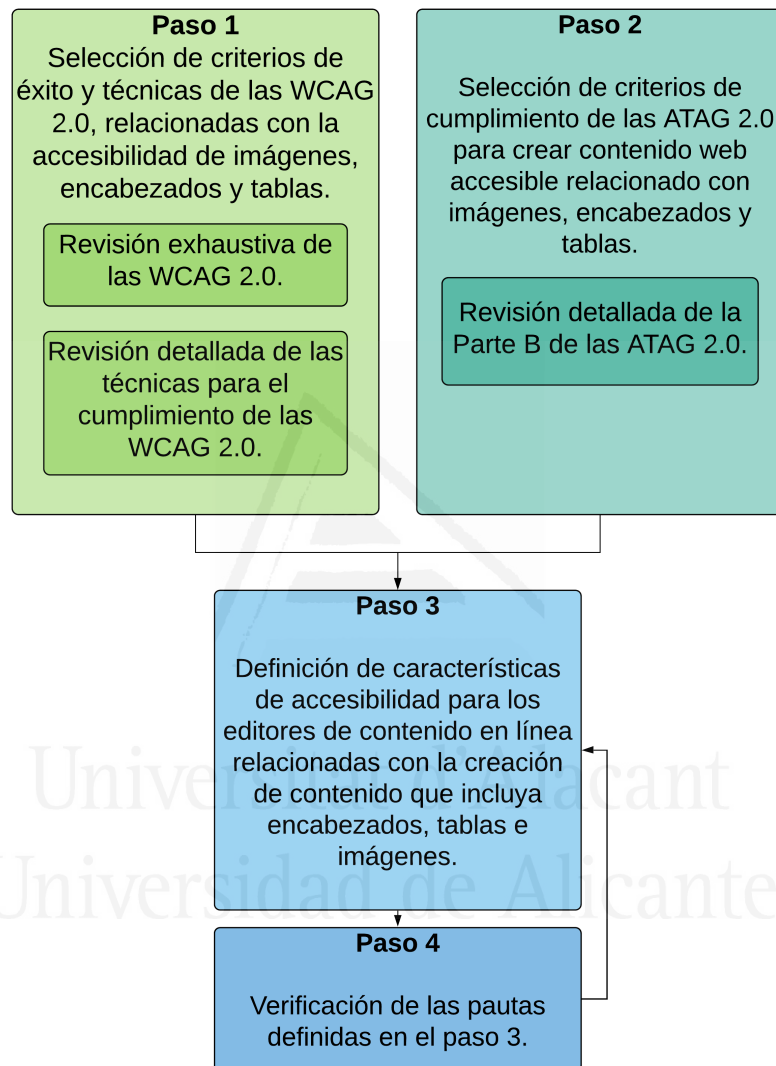


Figura 3.9: Método para evaluar encabezados, imágenes y tablas creados en editores en línea

3 Descripción del trabajo realizado

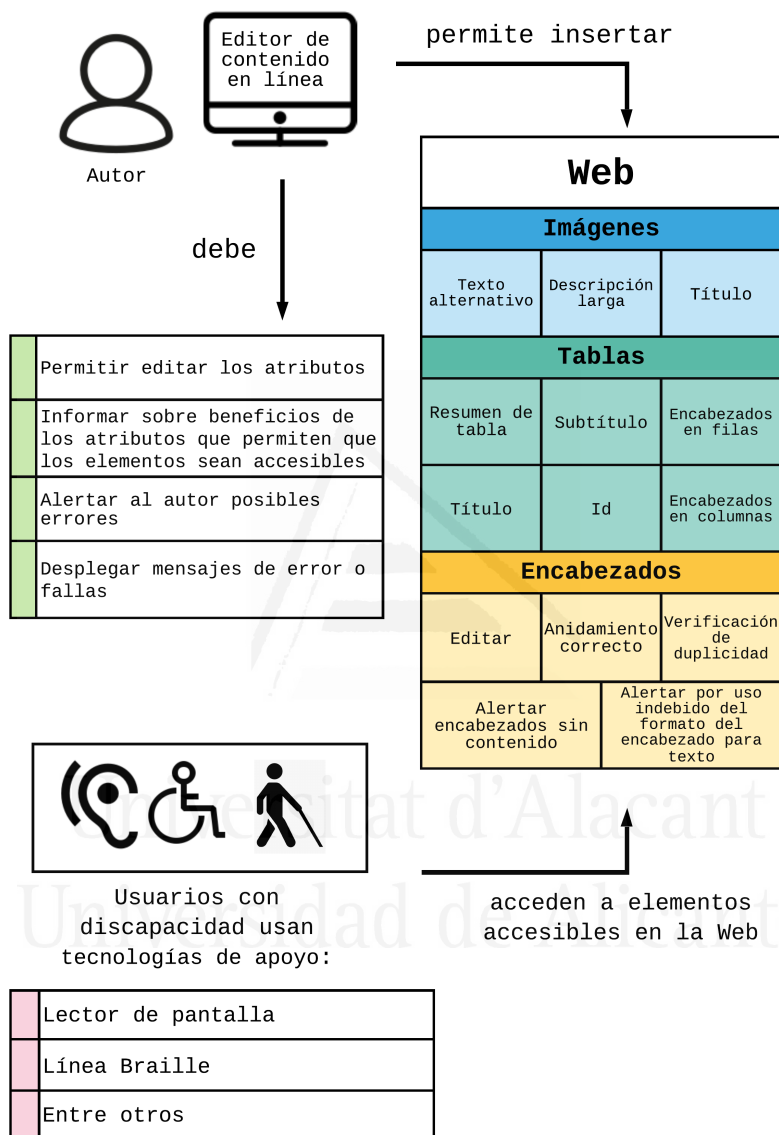


Figura 3.10: Funcionalidades de los editores para proveer encabezados, tablas e imágenes accesibles

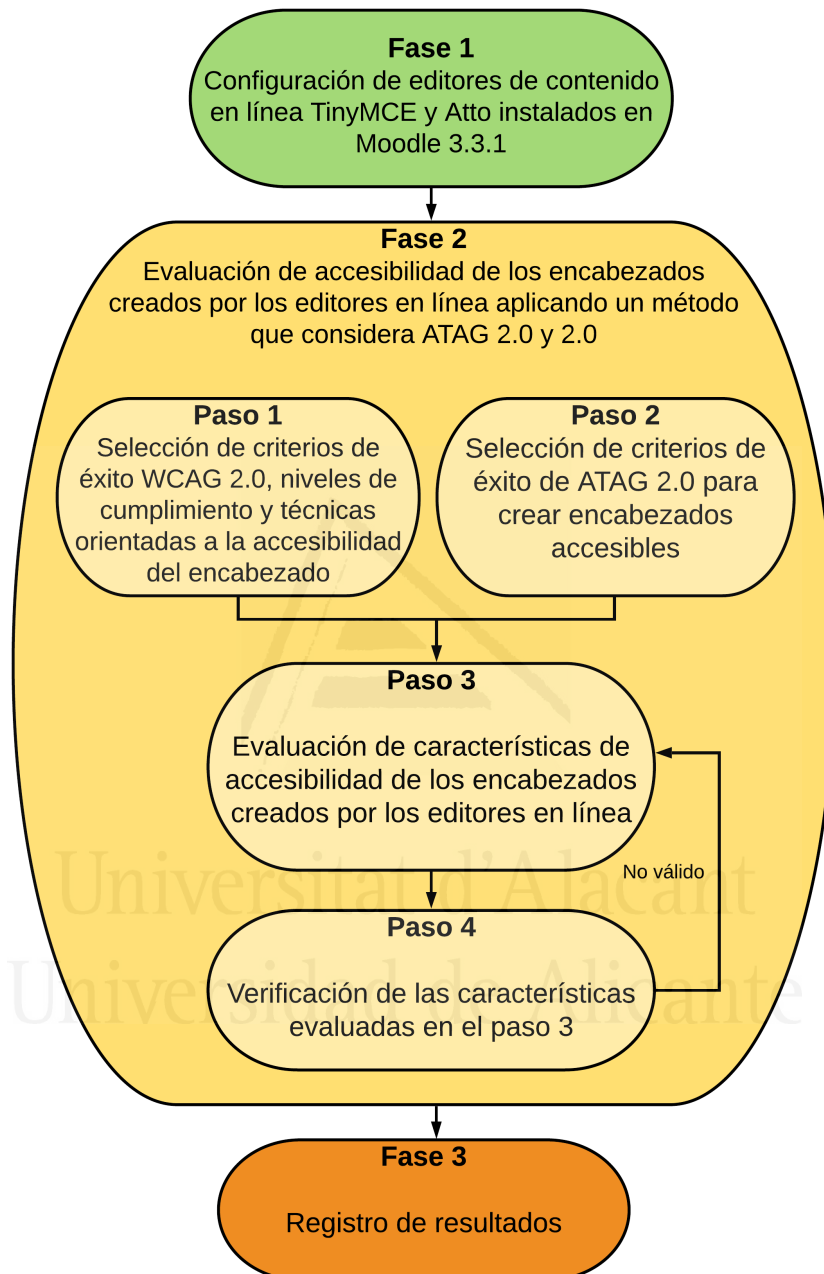


Figura 3.11: Método propuesto para evaluar la accesibilidad de los encabezados creados en editores de contenido en línea

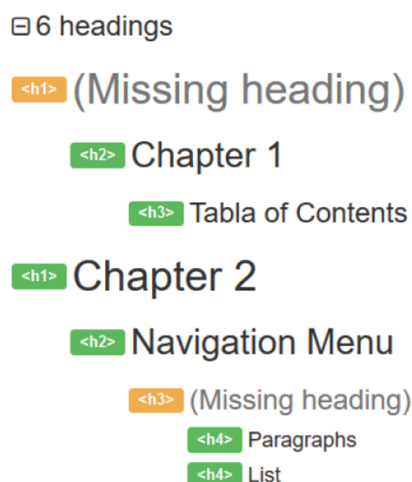


Figura 3.12: Errores de anidamiento de encabezados creados en editores de contenido en línea

de los encabezados creados a través de los editores de contenido en línea considerando las WCAG 2.0 y ATAG 2.0.

La falta de accesibilidad web de los encabezados afecta durante el proceso de navegación, tanto a las personas con discapacidad visual que usan lectores de pantalla, como a las personas que tienen problemas de memorización. Los resultados de esta investigación demostraron que la herramienta de autor Atto permite crear encabezados más accesibles que TinyMCE. Sin embargo, el porcentaje de cumplimiento de las pautas y criterios de éxito de ATAG 2.0 por parte de las dos herramientas fue mínimo. En el caso de TinyMCE, su cumplimiento fue del 20 %, mientras que Atto cumplió el 33 % de las características evaluadas.

En la Figura 3.12 se observa un ejemplo de anidamiento erróneo, ya que falta un encabezado de nivel <h1>. También hay un salto repentino desde un encabezado de nivel <h2>a un encabezado de nivel <h4>. En consecuencia, estos editores de contenido en línea tienen un largo camino por seguir para cumplir con los retos de la accesibilidad web. En el artículo de [Acosta y otros \(2017\)](#) se presenta de forma más detallada el trabajo realizado en esta investigación.

3.3.5. Análisis de la accesibilidad de los videos educativos en los MOOC

Los resultados obtenidos en el artículo [Acosta y otros \(2019b\)](#) se obtuvieron de la evaluación de la accesibilidad de 60 videos incluidos en 30 MOOC. Estos cursos fueron ofertados a través de 10 plataformas de aprendizaje en línea: Canvas Network, Coursera, edX, France Université Numerique, FutureLearn, Independent, MiriadaX, NPTEL, openSAP, Udacity. Se evaluaron 11 requisitos de accesibilidad que fueron propuestos con el objetivo de cumplir las recomendaciones de las WCAG 2.1 con respecto a la mul-

timedia. Los criterios de éxito que se consideraron en este estudio “correspondientes a los Principios Percetible y Compresible” fueron:

- 1.2.2 Subtítulos (grabados)
- 1.2.3 Audiodescripción o Medio Alternativo (grabado)
- 1.2.5 Audiodescripción (grabado)
- 1.2.6 Lengua de señas (grabado)
- 1.2.7 Audiodescripción extendida (grabada)
- 1.2.8 Medio alternativo (grabado)
- 1.4.7 Sonido de fondo bajo o ausente
- 3.1.2 Idioma de las partes

Es importante resaltar que algunas de las características evaluadas corresponden a una propuesta de esta tesis, las cuales se plantearon como resultado del análisis e interpretación de los criterios de éxito recomendados por las WCAG 2.1. Por ejemplo, del análisis de los criterios de éxito 1.2.2, 1.2.3 y 3.1.3 se plantearon las características: subtítulos y transcripción textual en diferentes idiomas.

Los resultados demostraron que el 90 % de los videos cumplieron con el requisito de proporcionar subtítulos. El 87 % cumplió con el requerimiento de proporcionar un sonido de fondo bajo o nulo. En el 82 % de los videos el audio y video estuvieron sincronizados. El 80 % de los videos incluyeron transcripción textual. El 50 % de los videos proporcionaron subtítulos en dos o más idiomas y el 20 % de los videos disponía de transcripción textual en diferentes idiomas. Sin embargo, requisitos como el de proveer de audiodescripción, audiodescripción extendida, descripción textual, nitidez de audio e interpretación en el lenguaje de señas fueron incumplidos en su totalidad. Estos resultados reflejan el bajo e incluso nulo nivel de cumplimiento de los requisitos básicos de accesibilidad por parte de los videos, tal como se observa en la Figura 3.13.

En consecuencia, el nivel de cumplimiento de las WCAG 2.1 por parte de las plataformas educativas también es bajo. Los resultados demostraron que los videos publicados en Udacity alcanzaron el mayor porcentaje de cumplimiento con el 55 %, mientras que Canvas obtuvo el 17 % de cumplimiento de las características evaluadas, como se observa en la Figura 3.14.

3.3.6. Análisis de la accesibilidad de los reproductores de video incluidos en el aprendizaje electrónico

En esta investigación se analizaron de manera detallada la características de accesibilidad que deben cumplir los reproductores de video de acuerdo a las UAAG 2.0. Los reproductores de video son agentes de usuario que permiten acceder a los videos que se publican por ejemplo en las plataformas e-learning y de manera general en la Web.

3 Descripción del trabajo realizado

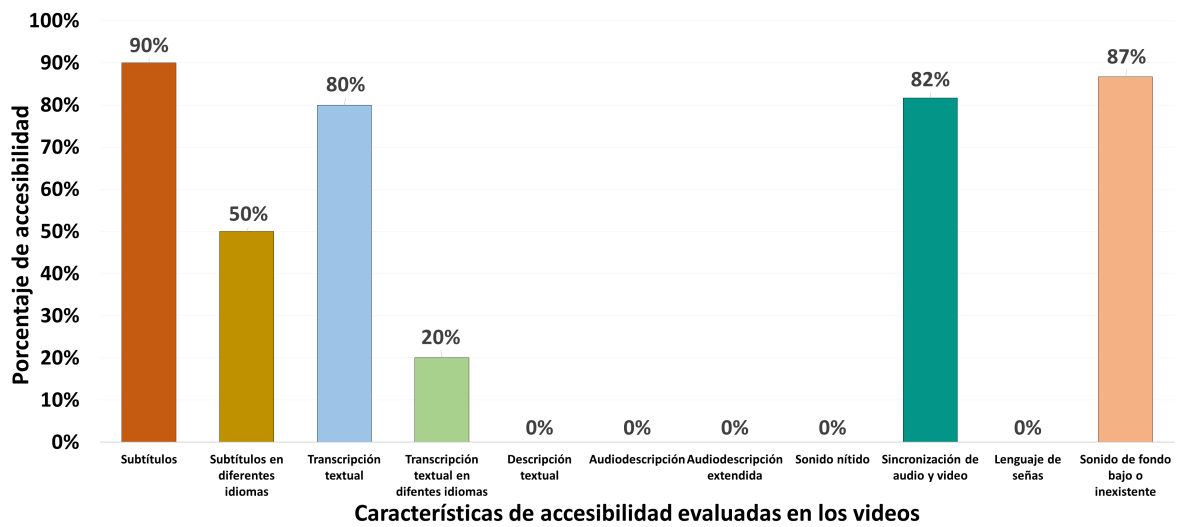


Figura 3.13: Cumplimiento de criterios de accesibilidad de WCAG 2.1 - Videos incluidos en MOOC educativos

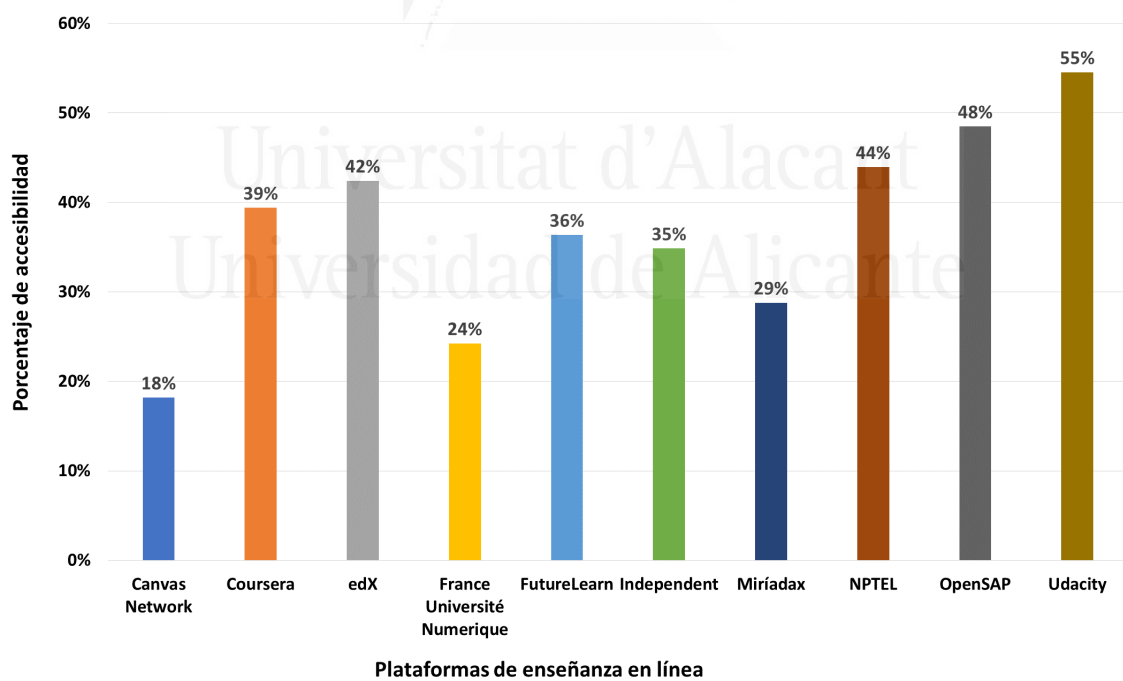


Figura 3.14: Nivel de accesibilidad de las plataformas educativas

En este estudio se realizó la propuesta de 125 características que deberían cumplir los reproductores de video para ser accesibles. Estos lineamientos fueron planteados considerando el cumplimiento de 44 criterios de éxito recomendados en las UAAG 2.0. Las Pautas de accesibilidad de las UAAG 2.0 consideradas en este estudio fueron:

- 1.1 Contenido alternativo
- 1.2 Falta de contenido
- 1.3 Resaltando
- 1.5 Configuración de volumen
- 1.8 Orientación en ventanas gráficas
- 2.1 Acceso al teclado
- 2.3 Navegación directa y activación
- 2.6 Configuración de preferencias
- 2.7 Controles gráficos
- 2.9 Parpadeo
- 2.10 Medios basados en el tiempo
- 2.11 Otros dispositivos de entrada
- 3.1 Errores
- 3.2 Documentación
- 3.3 Predecible

Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que no es suficiente que el contenido multimedia sea accesible, sino que adicionalmente es imprescindible que los reproductores de video también sean accesibles. El porcentaje de cumplimiento de los principios de accesibilidad de las UAAG 2.0 de los reproductores evaluados en este estudio se presenta en la Figura 3.15. Estos resultados también evidencian las dificultades que los adultos mayores y las personas con discapacidad deben superar durante el uso de los reproductores de video. El análisis detallado en este trabajo de investigación fue publicado en el artículo de [Acosta y otros \(2019a\)](#).

3 Descripción del trabajo realizado







Reproductores de video	Perceptible			Operable			Comprensible		
	Cumple	Errores	No evaluado	Cumple	Errores	No evaluado	Cumple	Errores	No evaluado
Elmedia 	25%	24%	51%	51%	39%	10%	44%	56%	0%
Media Player Classic 	23%	36%	41%	46%	41%	12%	33%	67%	0%
QuickTime Player 	33%	25%	43%	54%	36%	10%	38%	63%	0%
UMPlayer 	34%	14%	53%	68%	20%	13%	33%	56%	11%
VLC Media Player 	25%	41%	34%	63%	24%	12%	33%	67%	0%
Youtube 	38%	31%	31%	61%	29%	10%	22%	78%	0%

Figura 3.15: Cumplimiento de accesibilidad de los reproductores de video

3.3.7. Técnicas para la publicación de contenido multimedia accesible en la web

La multimedia se ha convertido en una de las fuentes de información y comunicación más importante en la Web ([WordStream, 2018](#)). Tal es así, que su uso es cada vez más amplio en todos los ámbitos de nuestro quehacer diario. Las estadísticas demuestran que una tercera parte de la actividad en línea se enfoca en los videos ([WordStream, 2018](#)). Por consiguiente, es indispensable proveer de características de accesibilidad a la multimedia publicada en la Web, de tal manera que todas las personas puedan acceder a su contenido. La multimedia es almacenada en diferentes formatos y en repositorios que contienen millones de horas de información. ([Paniagua-Martin y otros, 2011](#)). Sin embargo, se ha probado que la falta de accesibilidad limita y excluye a millones de personas con discapacidades, así como a los adultos mayores, del acceso a la multimedia en la Web.

En esta investigación se proponen 278 técnicas con el objetivo de guiar a los autores, a los diseñadores, a los programadores y evaluadores en el proceso de publicación de contenido multimedia accesible en la Web. Estas técnicas están diseñadas para apoyar el cumplimiento de los criterios de éxito recomendados en las ATAG 2.0. La implementación de estas técnicas aporta a la reducción de la brecha digital que afecta a millones de personas con o sin discapacidad. Es importante resaltar que hasta la presente fecha, el W3C no ha publicado técnicas para el cumplimiento de ATAG 2.0. Por tal motivo, este estudio aporta en la construcción del conocimiento en el área de la accesibilidad de la multimedia. En esta investigación también se plantearon 80 posibles fallas que provocan que la multimedia no se accesible.

El método propuesto en este estudio considera las recomendaciones dadas en la Parte B de ATAG 2.0 ([World Wide Web Consortium, 2015a](#)), las WCAG 2.1 ([World Wide Web Consortium, 2018c](#)), las UAAG 2.0 ([World Wide Web Consortium, 2015c](#)), el documento de trabajo de W3C sobre los requisitos de accesibilidad de los usuarios con discapacidad ([World Wide Web Consortium, 2020b](#)) y las Pautas del DU ([North Carolina State The Center for Universal Design, 1997](#)). El método se ilustra en la Figura 3.16.

Es importante resaltar que una ventaja de los estándares propuestos por el W3C es el nivel de generalización que permite su aplicación, independiente de la tecnología que sea utilizada. Sin embargo, como resultado del análisis exhaustivo realizado en esta tesis, se han identificado algunas deficiencias en los estándares. Estas deficiencias se deben justamente a la generalidad o nivel de abstracción en la redacción de los estándares.

Las dificultades para aplicar las ATAG 2.0 se presentan precisamente por la falta de detalle sobre los elementos o aspectos que deberían ser considerados en las fases de diseño, de implementación y de publicación de contenido web. De igual forma, estas pautas no especifican el alcance de cada uno de los criterios de éxito del estándar. Por ejemplo, la Pauta B.3.2 (Ayudar a los autores en la reparación de problemas de accesibilidad) se refiere a la posibilidad de que las herramientas de autor que detecten problemas de accesibilidad deben informar al autor sobre dichos problemas. Sin embargo, no se precisa a cuales errores de accesibilidad se refiere este criterio.

3 Descripción del trabajo realizado

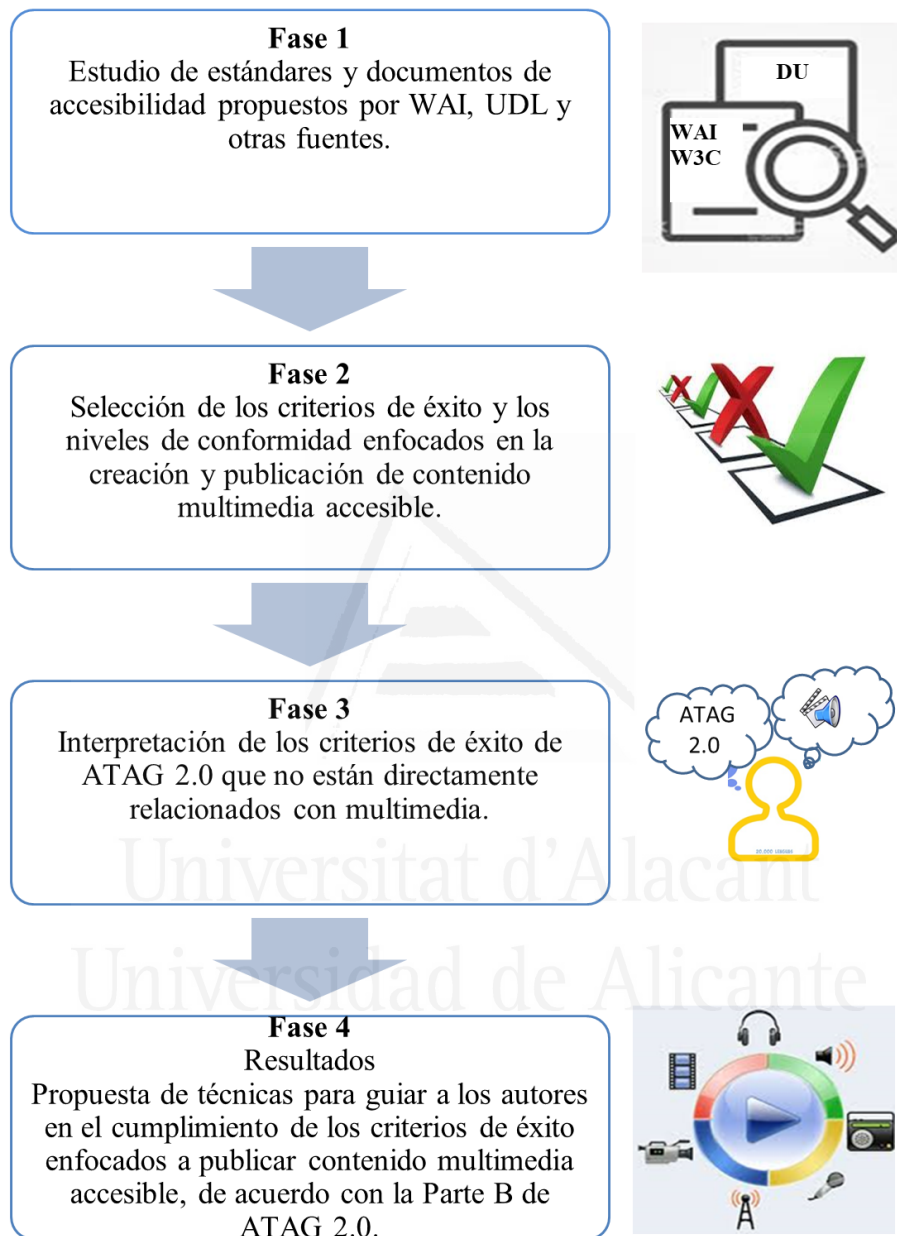


Figura 3.16: Método usado en la propuesta de técnicas de ATAG 2.0 orientadas a publicar multimedia accesible

Durante el desarrollo de esta investigación, fue necesario realizar un análisis detallado, así como la interpretación de algunos los criterios de éxito de las WCAG 2.1, de las ATAG 2.0 y de las UAAG 2.0. Las 278 técnicas propuestas aportan al cumplimiento de cinco criterios de éxito de las ATAG 2.0. Estos criterios de éxito son los siguientes:

- B.2.2.2 Configuración de las propiedades de accesibilidad (WCAG)
- B.2.3.2 Reparación automática de alternativas de texto
- B.2.5.1 Opciones de contenido preautorizado accesibles
- B.3.1.1 Asistencia de verificación (WCAG)
- B.3.1.2 Los autores reciben ayuda para decidir

A continuación, se presentan algunos ejemplos de las técnicas propuestas. En la Tabla 3.3 se observan 12 de las 108 técnicas orientadas al cumplimiento de los criterios de éxito B.2.2.2. Las técnicas T1-T6 recomiendan que las herramientas de autor brinden a los autores la posibilidad de proporcionar una identificación descriptiva (texto alternativo corto, texto alternativo largo y título) al solo-audio, solo-video pregrabado y audio-video pregrabados. El cumplimiento de las técnicas T20-T24 permite que herramientas autor asocien contenido textual a los videos (subtítulos, transcripciones de texto, descripción textual y descripción texto extendida) y video con la interpretación de lengua de señas para el audio-video grabado. El cumplimiento de las técnicas T25 y T26 recomienda asociar audiodescripción y audiodescripción extendida al audio-video grabado. Las técnicas T84-T90 y T103-T108 recomiendan que las herramientas de autor proporcionen opciones que permitan subir contenido textual así como videos con la interpretación en lengua de señas en diferentes idiomas.

En la Tabla 3.4 se presenta 5 de las 68 técnicas que guían el cumplimiento de los criterios de éxito B.2.3.2. La implementación de estas técnicas controla la generación automática de texto alternativo y ofrece la posibilidad de reparar el texto alternativo con la autorización previa del autor. Adicionalmente, estas técnicas permiten que las herramientas de autor generen automáticamente contenido textual (transcripciones textuales, descripción textual, descripción textual extendida, subtítulos cerrados y subtítulos cerrados mejorados), brindando la posibilidad que los autores pueden editarlos posteriormente. Finalmente, estas técnicas también garantizan que las características de accesibilidad se mantengan en caso de que el autor copie un recurso multimedia.

En la Tabla 3.5 se presenta 3 de las 16 técnicas que guían el cumplimiento de los criterios de éxito B.2.5.1. Estas técnicas recomiendan que las herramientas de autor incorporen opciones que permitan a los autores reducir la posibilidad de reutilizar contenido que no sea accesible.

En la Tabla 3.6 se presentan 4 de las 42 técnicas que guían el cumplimiento de los criterios de éxito B.3.1.1. Estas técnicas permiten al autor, a través de herramientas de autor, recibir soporte para mejorar la accesibilidad del contenido existente. El cumplimiento de estas técnicas permite que las herramientas de autor verifiquen que los recursos multimedia tengan asociado: subtítulos cerrados, subtítulos cerrados mejorados, texto alternativo corto, texto alternativo largo, títulos, transcripción textual, audiodescripción, audiodescripción extendida e interpretación de lengua de señas.

3 Descripción del trabajo realizado

Número de técnica	Técnicas
T1	Proporciona al autor mecanismos para agregar texto alternativo corto en el solo-audio o solo-video pregrabados.
T2	Proporciona al autor mecanismos para agregar texto alternativo largo en el solo-audio o solo-video pregrabados.
T3	Proporciona al autor mecanismos para agregar el título en el solo-audio o solo-video pregrabados.
T4	Proporciona al autor mecanismos para agregar texto alternativo corto en el audio-video pregrabado.
T20	Permite al autor asociar subtítulos cerrados a audio-video pregrabado.
T21	Permite al autor asociar la transcripción textual al audio-video pregrabado.
T24	Permite al autor asociar un video que contenga la interpretación en lenguaje de señas del audio-video pregrabado.
T25	Permite al autor asociar audiodescripción al audio-video pregrabado.
T26	Permite al autor asociar audiodescripción extendida al audio-video pregrabado.
T84	Permite al autor asociar subtítulos cerrados en varios idiomas al audio-video pregrabado.
T88	Permite al autor asociar un video que contenga la interpretación en lengua de señas en varios idiomas del audio y video pregrabado.
T108	Permite que el autor asocie los subtítulos cerrados mejorados en varios idiomas al audio-video pregrabado.

Tabla 3.3: Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.2.2.2 de las ATAG 2.0

Número de técnica	Técnicas
T1	La herramienta de autor no genera automáticamente texto alternativo corto para el solo-audio o solo-video pregrabados.
T12	Permite al autor aceptar, modificar o rechazar la sugerencia del título para el audio-video pregrabado durante la sesión de autor.
T23	Permite al autor copiar la transcripción textual del solo-audio o solo-video pregrabado, el cual fue creado automáticamente a solicitud del autor.
T52	Permite al autor durante el desarrollo de la sesión aceptar o rechazar la sugerencia del texto alternativo corto para el solo-audio o solo-video en vivo
T65	Permite al autor editar la transcripción textual del audio-video en vivo, que se creó automáticamente a solicitud del autor.

Tabla 3.4: Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.2.3.2 de las ATAG 2.0

Número de técnica	Técnicas
T5	Permite al autor aceptar, modificar o rechazar sugerencias del texto alternativo largo, creado en sesiones de pre-autoría y asignarla al audio-video pregrabado.
T10	Permite al autor aceptar, modificar o rechazar sugerencias de transcripción textual, creado en sesiones de pre-autoría y asignarla al audio-video pregrabado.
T15	Permite al autor aceptar, modificar o rechazar sugerencias de subtítulos cerrados, creado en sesiones de pre-autoría y asignarla al solo-audio o solo-video pregrabado.

Tabla 3.5: Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.2.5.1 de las ATAG 2.0

3 Descripción del trabajo realizado

Número de técnica	Técnicas
T8	La herramienta de autor verifica que el audio-video pregrabado tenga asociado texto alternativo largo.
T20	La herramienta de autor verifica que el audio-video pregrabado tenga asociado la audiodescripción.
T24	La herramienta de autor verifica que el audio-video en vivo tenga asociado los subtítulos cerrados.
T36	La herramienta de autor verifica que el audio-video en vivo tenga asociado un video con la interpretación en lenguaje de señas.

Tabla 3.6: Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.3.1.1 de las ATAG 2.0

En la Tabla 3.7 se presenta 3 de las 44 técnicas que orientan el cumplimiento de los criterios de éxito B.3.1.2. Estas técnicas guían al autor a tomar decisiones en el caso de que las herramientas de autor identifiquen un posible problema de accesibilidad (por ejemplo, la falta de texto alternativo, audiodescripción, título, etc.). El cumplimiento de estas técnicas garantiza que las herramientas de autor proporcionen a los autores información sobre las posibles causas del problema de accesibilidad y cómo abordarlas. Adicionalmente las herramientas de autor deben indicar al autor la parte del contenido que se debe examinar.

Uno de los aspectos relevantes de esta investigación es que las técnicas propuestas aportan a mejorar la accesibilidad y la usabilidad del contenido multimedia en la Web. La implementación de estas técnicas contribuyen a que las personas con discapacidades severas puedan acceder al contenido multimedia. Por ejemplo, las técnicas que recomiendan que las herramientas de autor generen contenido textual en diferentes idiomas a partir del audio o audiodescripción. Esto permitiría que las personas sordociegas de nacimiento accedan al contenido multimedia a través de las tecnologías de apoyo tales como la línea braille.

A diferencia de los estándares de accesibilidad web, las técnicas son procedimientos específicos y contienen un nivel de detalle que facilita la implementación de funciones de accesibilidad web. Por lo tanto, es esencial contar con técnicas para conocer de manera precisa como cumplir con los estándares. Todos los lineamientos propuestos en esta investigación están disponibles en el artículo de [Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora \(2020\)](#).

Número de técnica	Técnicas
T16	Proporciona al autor instrucciones que le ayuda a decidir en caso de la ausencia de audiodescripción en el audio-video pregrabado.
T35	Proporciona al autor instrucciones que le ayudan a decidir en caso de ausencia de interpretación de lenguaje de señas en el solo-audio o solo-video en vivo.
T44	Proporciona al autor instrucciones para decidir en caso de texto inapropiado en el título del audio-video en vivo.

Tabla 3.7: Ejemplo de las técnicas orientadas al cumplimiento del criterio de éxito B.3.1.2 de las ATAG 2.0

3.3.8. Evaluación de accesibilidad web de videos publicados en YouTube por las mejores universidades a nivel mundial

El consumo de contenido multimedia en la Web ha aumentado notablemente en los últimos años. Las universidades usan los videos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como en sus sitios web, para publicar información dirigida a estudiantes, a docentes, a los aspirantes universitarios, a los padres de familia y en general a toda la comunidad. Por lo tanto, es fundamental garantizar que todas las personas, incluso aquellas con discapacidades, puedan acceder a los videos publicados en los sitios web de las IES y en general en la Web.

El objetivo de este estudio fue evaluar la accesibilidad de los videos publicados en YouTube por las mejores universidades del mundo, considerando el cumplimiento de las WCAG 2.1. En esta investigación se evaluaron 91,421 videos publicados por 113 universidades. Las universidades que conformaron la muestra fueron tomadas de manera aleatoria del informe presentado por Shanghai Ranking ([Academic Ranking of World Universities, 2020](#)). En la Tabla 3.8 se presenta un extracto de la información que se recopiló de las 113 universidades evaluadas.

En la Figura 3.17 se observa la distribución por región, tanto de las 1,000 mejores universidades del mundo, como de las universidades que integran la muestra. Esta información demostró que la muestra es representativa, lo cual permitió inferir propiedades para toda la población a partir de los resultados de este análisis.

El proceso de evaluación de la accesibilidad de los videos se realizó tomando como base las recomendaciones de las WCAG 2.1, así como algunas de las técnicas propuestas en el artículo de [Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora \(2020\)](#). La evaluación de la accesibilidad del reproductor de video YouTube se efectuó aplicando los requisitos de accesibilidad propuestos en el artículo de [Acosta y otros \(2019a\)](#) y las WCAG 2.1. La Tabla 3.9 presenta la información del total de videos publicados en el canal oficial de YouTube de las 113 universidades evaluadas.

3 Descripción del trabajo realizado

Posición	Acrónimo	Universidad	País	Región	URL
1	Harvard	Harvard University	Estados Unidos	América	http://www.harvard.edu
8	Columbia	Columbia University	Estados Unidos	América	http://www.columbia.edu
23	Imperial	Imperial College London	Reino Unido	Europa	http://www3.imperial.ac.uk/

Tabla 3.8: Información de las universidades que conforman la muestra

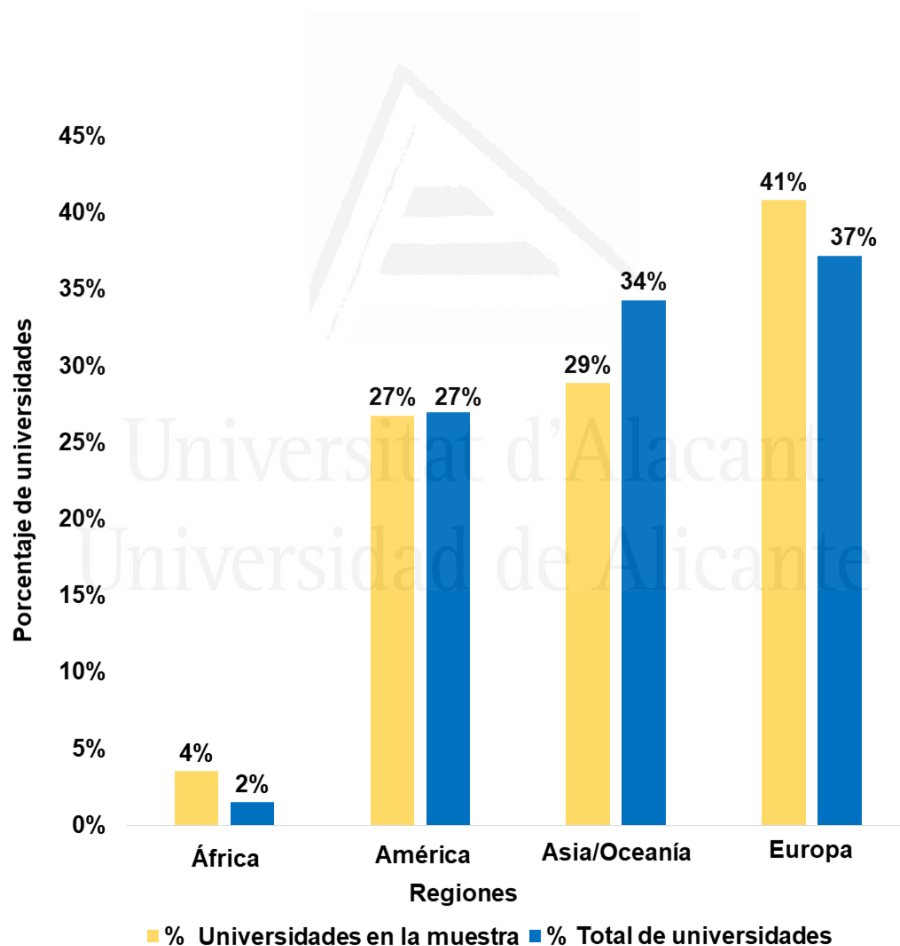


Figura 3.17: Distribución de las universidades que conforman la muestra por región

Región	Número de universidades	Número de videos	Número de suscriptores	Número de visualizaciones
América	36	36,623	1,444,892	105,715,631
África	4	3,968	16,330	5,992,562
Asia/Oceanía	16	15,541	205,317	76,125,186
Europa	57	35,289	474,213	102,048,145
Total	113	91,421	2,140,752	289,881,524

Tabla 3.9: Universidades por región y total de los videos evaluados

Los criterios de éxito de las WCAG 2.1 considerados en esta investigación fueron:

- 1.2.2 Subtítulos (grabados)
- 1.2.3 Audiodescripción o Medio Alternativo (grabado)
- 1.2.5 Audiodescripción (grabado)
- 1.2.6 Lengua de señas (grabado)
- 1.2.7 Audiodescripción extendida (grabada)
- 1.2.8 Medio alternativo (grabado)
- 1.4.2 Control del audio
- 1.4.3 Contraste (mínimo)
- 1.4.4 Cambio de tamaño del texto
- 2.1.1 Teclado
- 2.2.2 Poner en pausa, detener, ocultar

Los resultados con respecto al número de videos que tenían asociados subtítulos se presenta en la Figura 3.18. Se observa que del total de videos publicados por las universidades clasificadas en los lugares 1 a 200, 201 a 400 y 401 a 600, han publicado alrededor del 25 % de sus videos con subtítulos. Las universidades clasificadas en lugares 601-1000 publicaron menos del 25 % de sus videos con subtítulos. En el caso de las universidades que ocupan los primeros 200 lugares, con respecto al total de videos

3 Descripción del trabajo realizado

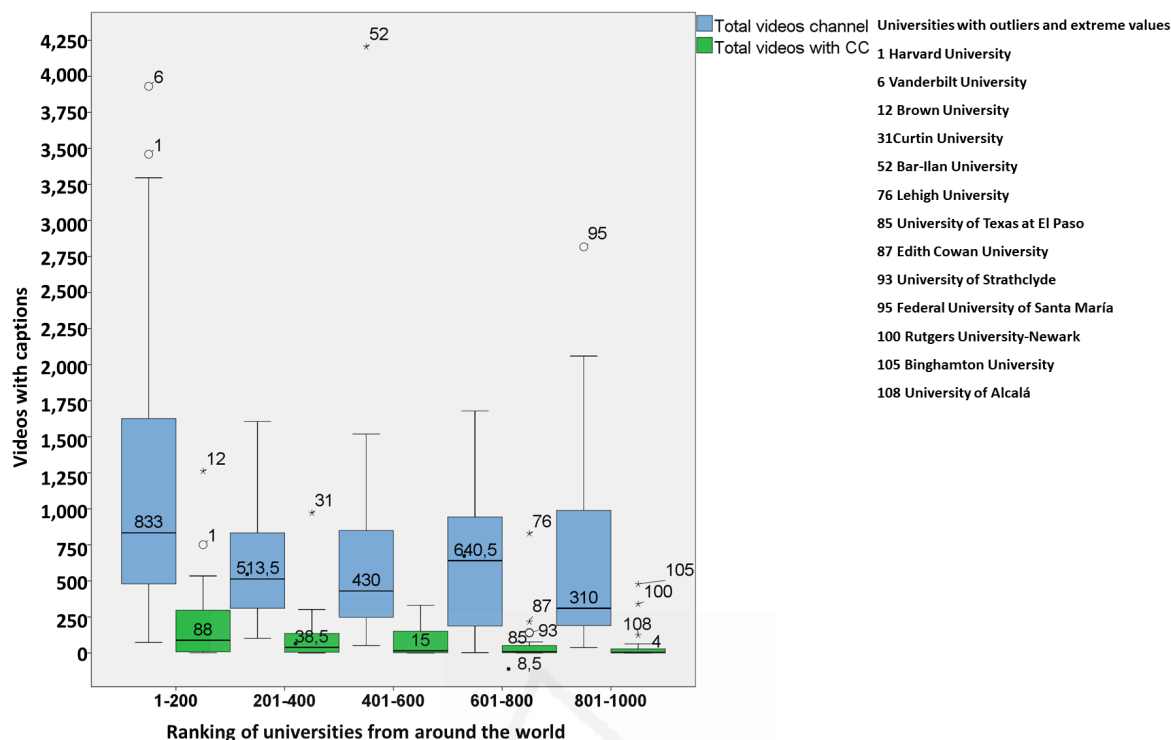


Figura 3.18: Diagrama de caja y bigotes del total de videos con subtítulos publicados por las mejores universidades del mundo

publicados, la mediana alcanzó un valor de 883 videos, mientras que la mediana de los videos con subtítulos fue de 513.5. Asimismo, se pudo observa un valor atípico que corresponde a 751 videos publicados con subtítulos de la Universidad de Harvard y un valor extremo con 1,261 videos con subtítulos publicados por la Universidad de Brown.

En el caso de las universidades clasificadas en los lugares 201-400, la mediana alcanzó un valor de 38.5 videos subtítulados; Curtin University presenta un valor extremo con 972 videos subtítulados. Para las universidades ubicadas en los lugares 401-600, su mediana es de 15 videos publicados con subtítulos. Las universidades que ocupan los puestos 601-800 su mediana es igual a 8.5 videos con subtítulos, se observan 2 valores atípicos y 2 valores extremos que corresponden a la Universidad de Texas en El Paso, la Universidad de Strathclyde, la Universidad Edith Cowan y la Universidad de Lehigh con 138, 142, 216 y 828 respectivamente. Finalmente, en el grupo de universidades que ocupan los lugares 801-1000, se observan 3 valores extremos correspondientes a la Universidad de Alcalá, la Universidad de Rutgers-Newark y la Universidad de Binghamton con 124, 340 y 477 videos publicados con subtítulos, mientras que la mediana es de 4 videos publicados con subtítulos.

Estos resultados demuestran que 87% de los videos no cumplen con uno de los requisitos básicos de la accesibilidad que consiste en asociar subtítulos a los videos (criterio de éxito 1.2.2 de las WCAG 2.1). Demostrándose, de esta manera, la necesidad urgente de implementar acciones que permitan mejorar la accesibilidad de los videos publicados por las IES.

En la Figura 3.19 se presenta el resultado de la evaluación del cumplimiento del criterio de éxito 1.2.2 efectuada a 6,780 videos publicados por las 113 universidades. De estos 6,780 videos, se seleccionaron los 2,260 videos más antiguos, los 2,260 videos recientemente publicados y los 2,260 videos más populares. Los resultados demostraron que el 10 % de los videos más antiguos tenían subtítulos, en comparación con el 24 % de los videos recientemente publicados y el 18 % de los videos más populares. Estos resultados demostraron nuevamente el bajo nivel de accesibilidad de los videos publicados por las IES.

Otro resultado interesante es la relación entre la ubicación geográfica de las universidades y el cumplimiento del criterio 1.2.2. Se demostró que el porcentaje de videos con subtítulos publicados por las universidades del continente Americano alcanza el 36 %, mientras que en las universidades de los continentes Asiáticos y Oceanía publican el 29 % de los videos con subtítulos. Los videos de las universidades de Europa y África alcanzan los porcentajes más bajos de cumplimiento de este criterio de éxito, con el 8 % y 1 %, respectivamente. Con respecto a la relación entre el ranking de las universidades y el cumplimiento del criterio de éxito 1.2.2, los resultados demostraron que el Shanghai Ranking podría considerarse como un buen indicador del nivel de accesibilidad de los videos publicados por las mejores universidades del mundo.

Por otro lado, los resultados de esta investigación demostraron el nulo porcentaje de cumplimiento de los criterios de éxito que recomiendan proveer a los videos de: transcripción textual (1.2.3), audiodescripción (1.2.3, 1.2.5), video con la interpretación en lengua de señas (1.2.6), audiodescripción extendida (1.2.7) y alternativa para los medios basados en el tiempo (1.2.8). En referencia a la evaluación de la accesibilidad del reproductor de video, los resultados demostraron que YouTube no tiene implementadas funciones que permitan a los usuarios cumplir con algunos criterios de éxito de las WCAG 2.1. Por ejemplo, YouTube no permite asociar audiodescripción (1.2.3, 1.2.5), audiodescripción extendida (1.2.7) o un video con la interpretación en lengua de señas (1.2.6). No obstante, YouTube ofrece la posibilidad de subir archivos con transcripción textual y subtítulos, así como también genera automáticamente subtítulos y transcripción textual incluso en varios idiomas. Esto sin lugar a duda es de gran utilidad para los usuarios, pero no es suficiente para cumplir con el criterio de éxito 1.2.3 o 1.2.8.

Todos estos resultados demuestran que, debido a la falta de accesibilidad en los videos, se vulneran los derechos de millones de personas al acceso a la información y a una educación inclusiva. Por lo tanto, los diseñadores y desarrolladores web deben proveer de características de accesibilidad al contenido de los videos, de tal manera que sean accesibles para todas las personas con discapacidad.

3 Descripción del trabajo realizado

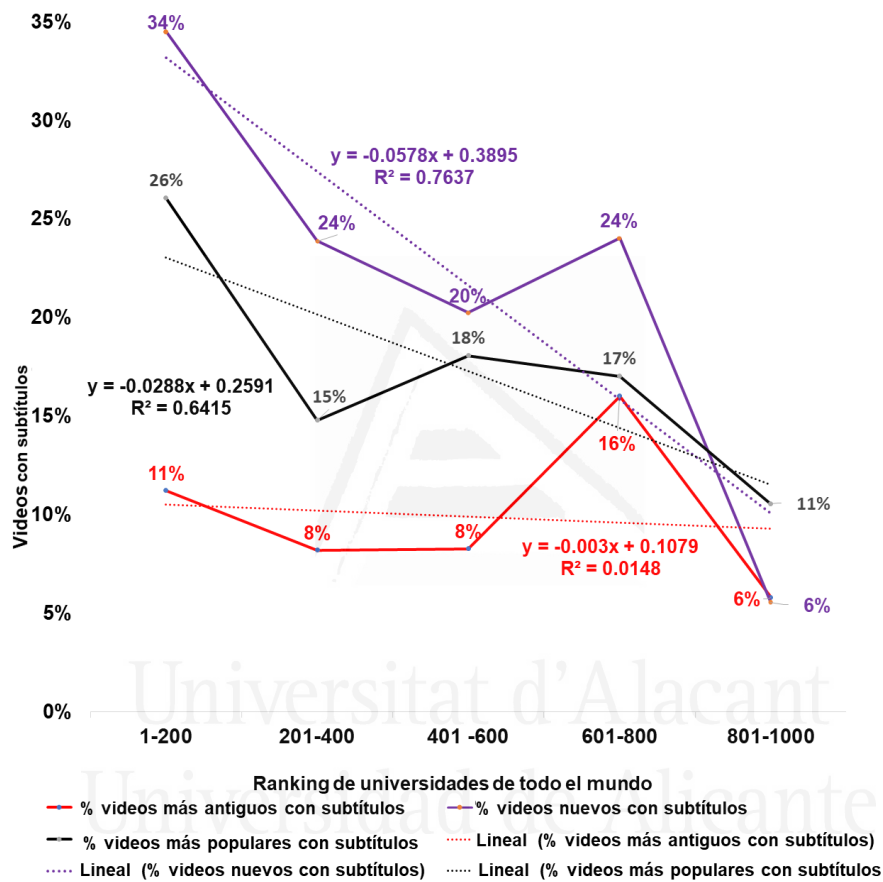
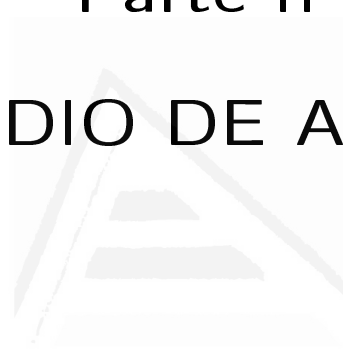


Figura 3.19: Tendencia de los videos más nuevos, populares y antiguos con subtítulos sobre el ranking mundial

Parte II

COMPENDIO DE ARTÍCULOS



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

4 Compendio

Esta tesis contiene ocho publicaciones obtenidas como resultado de la investigación llevada a cabo en el doctorado de informática durante el período 2016-2020. El trabajo realizado y las publicaciones logradas nos han permitido cumplir con el objetivo general y los objetivos específicos propuestos en esta investigación, los cuales se observan en la Tabla 1.1. Dos publicaciones corresponden a artículos publicados en una revista con factor de impacto 3.745 clasificada en el cuartil (Q1) de acuerdo al Journal Citation Reports (JCR) de la base de datos bibliográfica Web of Science (WOS), así como también tiene un índice de impacto 0.775 de acuerdo al Scimago Journal Rank (SJR) de la base de datos Scopus.

Los detalles de las publicaciones se muestran en la Figura 4.1. En esta línea de tiempo se han considerado los ocho artículos que son parte del compendio. Los códigos de cada publicación se corresponden con los definidos en las Tabla 2.1 y Tabla 2.2. Adicionalmente, se incluyó una referencia al objetivo específico al que aporta cada trabajo y que guarda relación con la información registrada en la Tabla 1.1.

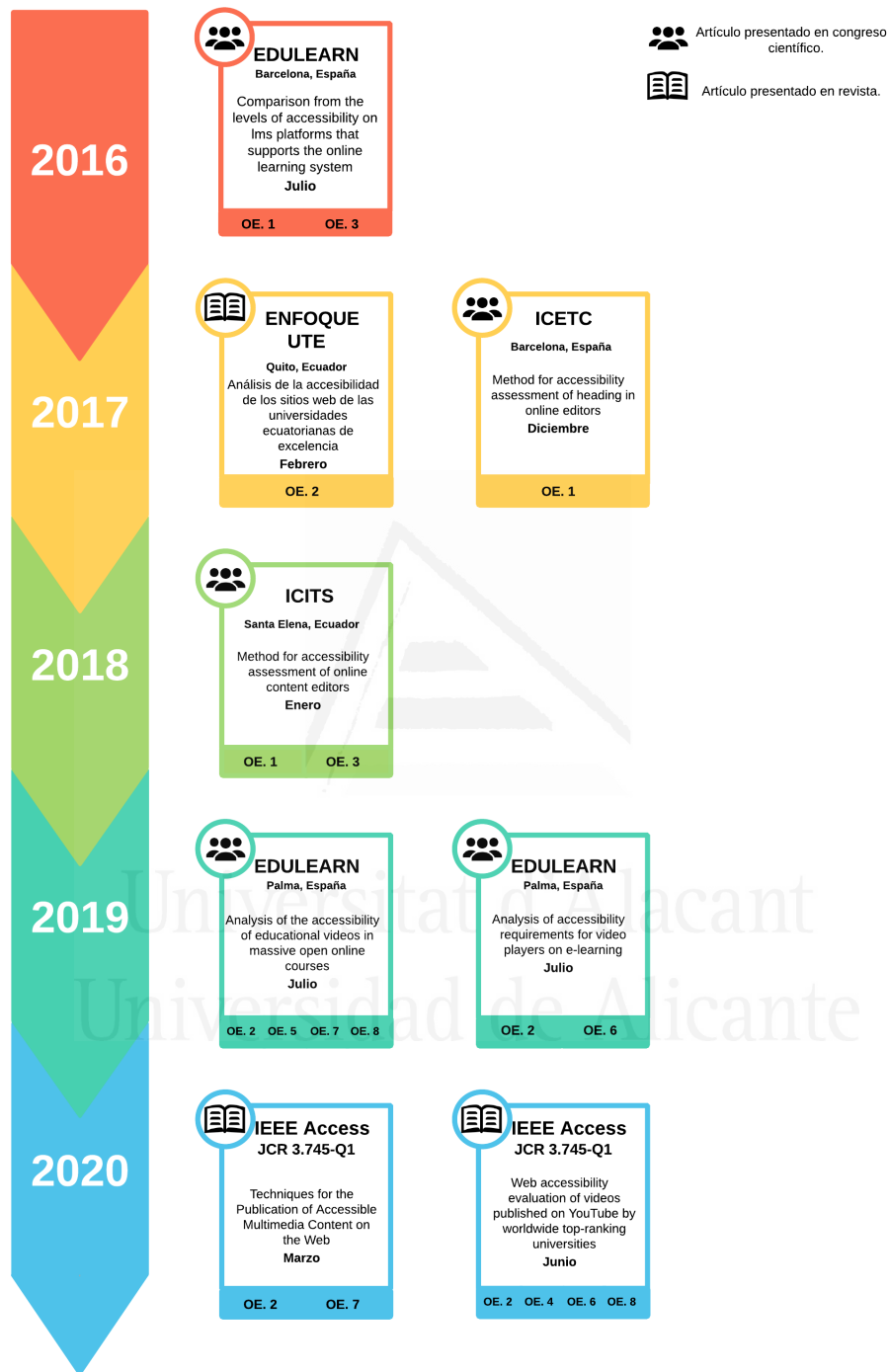


Figura 4.1: Línea de tiempo de las publicaciones incluidas en el compendio

5 Comparison from the Levels of Accessibility on LMS Platforms that Supports the Online Learning System

Referencia:

Acosta, T., y Luján-Mora, S. (2016, Julio). Comparison from the Levels of Accessibility on LMS Platforms that Supports the Online Learning System. En actas del 8th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN), pp. 2706-2711.

Disponible en:

- <https://library.iated.org/view/ACOSTA2016COM>
- <https://doi.org/10.21125/edulearn.2016.1579>

Temas a los que aporta:

- OE.1** Analizar el estado de la cuestión de los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS).
- OE.3** Analizar la accesibilidad del contenido multimedia en las plataformas e-learning de las instituciones de educación superior.

COMPARISON FROM THE LEVELS OF ACCESSIBILITY ON LMS PLATFORMS THAT SUPPORTS THE ONLINE LEARNING SYSTEM

Tania Acosta¹, Sergio Luján-Mora²

¹ *Escuela Politécnica Nacional (ECUADOR)*

² *University of Alicante (SPAIN)*

Abstract

This article presents a comparative study of three Learning Management Systems (LMS): Moodle, Sakai, and a platform developed by a university in Ecuador called ABC in this research. The study was made to evaluate the levels of accessibility of these platforms according to the needs of users that they may have. The access to education must be a common right applied without any discrimination based on the equality of opportunities, which is possible through the online learning system or E-Learning.

The result of this comparative study shows that the open source software still needs to improve its level of accessibility, but it has better features than proprietary software platform. The lack of accessibility of services and features provided by LMS is a decisive factor in effective learning process. It could prevent learning people desist from drawbacks clearly related to technological issues. It is so important that educational institutions provide all facilities for the elderly, disabled or temporary disable people from access to knowledge. Exclusion could be because of systems which have not considered accessibility criteria in its design phase; it means not being user friendly system. It should be noted that E-Learning is a tool that also supports for classroom learning. This paper provides information for people and organizations responsible for decision-making in Higher Education Institutions (HEI), to consider accessibility criteria on platforms supporting teaching and learning process. In the case of Ecuador, there is a web accessibility standards web based on the international ISO standard, coming into force in August 2016.

Keywords: Accessibility, E-Learning, Higher Education Institutions, learning management system, Moodle, open source system, Sakai, virtual learning system.

1 INTRODUCTION

The use of Information and Communications Technology (ICT) has had a drastic impact in the activities that we develop in our everyday life lately. Some of the changes in education are: the way in which knowledge is shared, techniques, tools used as well as learning modes [1]. In relation with the learning modes, these could be in-person, blended and e-Learning, which can be supported by virtual learning environments.

Several organizations have conducted studies on the use of ICT in the learning process. The results of these studies showed that until 2014, 74% of companies used the internet diffusion processes as well as the Learning Management Systems (LMS) [2] in their virtual classes [3].

Virtual environments have allowed the barriers of time and space to overcome. The E-learning provides a possibility of education to people with disabilities. With regard to E-learning, Belloch (2016) states: [4]

E-Learning has a serial of conditions to have a successful learning process. The student motivation and his/her level of responsibility and autonomy are crucial to achieve it. It is also important the quality of the digital materials and their design, as well as the appropriate learning situations and methodologies provided by the teacher to carry out learning, an accurate, quick and efficient tutoring are also fundamental elements.

E-learning combines pedagogical and technological aspects. These systems are being used in online or e-learning and hybrid or blended learning. One of the characteristics that requires permanent attention by those responsible to carry out virtual learning process is the accessibility given by LMS.

Regarding to the developers of LMS platforms, Collins (2016) suggests: "Any person working on the development of the platform itself should be across the technical elements of accessibility, such as making sure that navigation is consistent, that users can navigate through content correctly and make

6 Análisis de la Accesibilidad de los Sitios Web de las Universidades Ecuatorianas de Excelencia

Referencia:

Acosta, T., y Luján-Mora, S. (2017, Febrero). Análisis de la Accesibilidad de los Sitios Web de las Universidades Ecuatorianas de Excelencia, Enfoque UTE, vol. 7, num. 1, pp. 46-61.

Disponible en:

- <https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/133>
- <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n1.133>

Temas a los que aporta:

OE.2 Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la web.

Análisis de la accesibilidad de los sitios web de las universidades ecuatorianas de excelencia

(Analysis of the accessibility in websites of Ecuadorian universities of excellence)

Tania Acosta¹, Sergio Luján-Mora²

Resumen:

Desde la publicación de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN ISO/IEC 40500 en el año 2014, y el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 "Accesibilidad para el contenido Web" en año 2016, la accesibilidad web en el Ecuador ha tomado gran importancia. En el ámbito educativo, los sitios web de las Instituciones de Educación Superior (IES) se han convertido en un canal de comunicación, donde las universidades publican la información y los servicios que ofrecen. Adicionalmente, las IES deben satisfacer el derecho de todos los ciudadanos a tener acceso a la educación, lo cual incluye a las personas con discapacidad. Por lo tanto, para garantizar el acceso a los sitios web de las IES a todas las personas, es importante que las IES incorporen la accesibilidad web como un requisito esencial en sus sitios web. El objetivo de esta investigación es realizar el análisis de la accesibilidad de los sitios web de las universidades ecuatorianas de excelencia pertenecientes a las categorías A, B y C; identificar los errores de accesibilidad de los sitios web y presentar algunas recomendaciones para un mejor cumplimiento de las directrices de accesibilidad WCAG 2.0, por parte de los diseñadores y desarrolladores de sitios web.

Palabras clave: Accesibilidad web; discapacidad; WCAG 2.0; Instituciones de Educación Superior; W3C.

Abstract:

Since the publication of the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN ISO / IEC 40500 in 2014 and the Ecuadorian Technical Regulation RTE INEN 288 "The web contents accessibility" in 2016, web accessibility in Ecuador has taken great importance. In the educational field, the websites of Higher Education Institutions (HEI) have become a communication channel, where universities publish the information and services they offer. In addition, HEI must satisfy the rights of all citizens to have access to education, which includes persons with disabilities. In order to ensure access to the websites of HEI to all people it is important that HEI incorporate web accessibility as an essential requirement in their websites. The objective of this research is to perform the accessibility analysis of the websites of the Ecuadorian universities of excellence belonging to categories A, B and C; identify websites accessibility errors and to present some recommendations for a better fulfillment of the WCAG 2.0 accessibility guidelines by website designers and developers.

Keywords: Web Accessibility; disability; WCAG 2.0; Higher Education Institutions; W3C.

¹ Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador (tania.acosta@epn.edu.ec)

² Universidad de Alicante, Alicante – España (sergio.lujan@ua.es)

7 Method for Accessibility Assessment of Heading in Online Editors

Referencia:

Acosta, T., Luján-Mora, S., y Acosta-Vargas, P. (2017, Diciembre). Method for Accessibility Assessment of Heading in Online Editors. En actas de la 9th International Conference on Education Technology and Computers (ICETC), pp. 243-247.

Disponible en:

- <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3175536.3175577>
- <https://doi.org/10.1145/3175536.3175577>

Temas a los que aporta:

- OE.1** Analizar el estado de la cuestión de los sistemas de gestión de aprendizaje LMS.
- OE.6** Proponer lineamientos de accesibilidad web orientados al contenido web, a las herramientas de autor y agentes de usuario.

Method for Accessibility Assessment of Heading in Online Editors

Tania Acosta
Escuela Politécnica Nacional
Ladrón de Guevara E11-254
Ecuador
(+593) (2) 2976300
tania.acosta@epn.edu.ec

Sergio Luján-Mora
University of Alicante
Carrera San Vicente del Raspeig s/n
Spain
(+34) 96 5903400
sergio.lujan@ua.es

Patricia Acosta-Vargas
Universidad de las Américas-UDLA
Av. de los Granados E12-41
Ecuador
(+593) (2) 3981000
patricia.acosta@udla.edu.ec

ABSTRACT

This paper presents the evaluation results of online content editors TinyMCE and Atto installed on the Moodle 3.3.1 platform with respect to the production of accessible headings. Previous studies have shown that lack of accessibility in headings affects the navigability of people using assistive technologies, as well as people who are slower readers or have short-term memory. The evaluation was carried out applying a model oriented to evaluate the accessibility of heading, images and tables in online editors. This model was developed by the authors of this research considering the compliance of the Authoring Tool Accessibility Guidelines 2.0 (ATAG 2.0), the Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG 2.0), as well as related compliance levels and techniques. The results obtained in this study demonstrate that the evaluated online content editors have a low level of compliance of ATAG 2.0 with respect to the creation of accessible content.

CCS Concepts

• Human centered computing → Accessibility → Empirical studies in accessibility • Applied computing → Education → Learning management systems.

Keywords

Accessibility; ATAG 2.0; Atto; accessible content; disabilities; Moodle; online editors; TinyMCE; WCAG 2.0; W3C.

1. INTRODUCTION

The potential of using information and communication technologies (ICT) has revolutionized the way we conduct our daily activities [1]. Thus, the incorporation of e-learning programs in teaching-learning processes is increasing in the worldwide educational systems [2]. With all this technology at our reach, one could think that platforms on which e-learning are based allow all people to access education without problems; however, the reality is different, as research shows that the technology gap is even more pronounced. The elderly or those with temporary or permanent disabilities must overcome barriers that limit

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from Permissions@acm.org.

ICETC 2017, December 20–22, 2017, Barcelona, Spain

© 2017 Association for Computing Machinery.

ACM ISBN 978-1-4503-5435-6/17/12\$15.00

<https://doi.org/10.1145/3175536.3175577>

accessibility to information content [3] [4] [5].

The main technology on which e-learning is based is known as the Course Management System (CMS) [6] [7]. CMS incorporates editors that allow the creation of online educational content. These editors are generally used by people who are unaware of the Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG 2.0) [8]. For this reason, one way to ensure the creation of accessible content is for the authoring tools to comply with the Authoring Tool Accessibility Guidelines 2.0 (ATAG 2.0) [9].

Users with visual impairment must overcome accessibility barriers frequently. One of these barriers is to access information available on the web [10]. A study performed by WebAIM, found that one of the problems of accessibility for people with visual impairment is the lack of accessible headings in the contents of a web page [11]. Failure to comply with WCAG 2.0 in headings causes navigation problems, as well as loss of time for users, because they are required to read the entire contents of a section and then decide if that information is of interest to them.

The objective of this study is to evaluate compliance with the accessibility criteria recommended in ATAG 2.0 for the creation of accessible headings, using TinyMCE and Atto content editors. These online editors are installed by default in the CMS Moodle¹ version 3.3.1. Moodle was selected because it is one of the most popular author tools used worldwide [2]. It is important to mention that Moodle has the goal of being completely accessible and usable for all users without distinction of their capabilities².

The rest of the present article is structured as follows. In section 2, details on previous studies are described; section 3, presents the research method used for this study; section 4, presents the results and the discussion. Finally, section 5, the conclusions and recommendations of this research work are presented.

2. RELATED WORKS

Given the importance of the services offered by the web, some studies have been conducted on the problems that people with disabilities must overcome due to the lack of accessibility of web pages. In this section, previous researches on the accessibility of web content and its creation tools are presented in chronological order.

In 2009, in the investigation carried out on screen reader users, 12 accessibility problems were identified which should be overcome by people with visual impairment [11]. In this study, non-accessible headings were identified as one of the most important problems. On the other hand, in the comparative study performed

¹ https://docs.moodle.org/33/en/Main_page

² <http://docs.moodle.org/33/en/Accessibility>

8 Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors

Referencia:

Acosta, T., Acosta-Vargas, P., Salvador-Ullauri, Luis., y Luján-Mora, S. (2018, Enero). Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors. En actas de la International Conference on Information Technology and Systems (ICITS 2018), pp. 538-551. Disponible en:

- https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-73450-7_51
- https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7_51

Temas a los que aporta:

OE.1 Analizar el estado de la cuestión de los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS)

Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors

Tania Acosta¹(✉), Patricia Acosta-Vargas², Luis Salvador-Ullauri¹,
and Sergio Luján-Mora³

¹ Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador
tania.acosta@epn.edu.ec, l.salvador@cec-epn.edu.ec

² Universidad de Las Américas-UDLA, Quito, Ecuador
patricia.acosta@udla.edu.ec

³ University of Alicante, Alicante, Spain
sergio.lujan@ua.es

Abstract. This paper defines a method for evaluating the accessibility of online content editors by considering Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG 2.0) and part B of the Authoring Tool Accessibility Guidelines 2.0 (ATAG 2.0). The method includes 63 accessibility features that should be met by the images, headings and tables, which are inserted through an online content editor. The compliance of these guidelines contributes to the creation of accessible content so that visually impaired people using assistive technologies can easily access the content. Furthermore, the results of this study provide criteria for those people who have the responsibility of selecting an accessible online content editor. The proposed method has made it possible to meet the objective set out in this research document and can be used to evaluate the accessibility of learning management systems and course management systems.

Keywords: Accessibility · ATAG 2.0 · Content editors
Content management systems · CMS · Disabilities · E-learning
Learning management systems · LMS · WCAG 2.0 · W3C

1 Introduction

Currently, because of the evolution of the web, the way we carry out our daily activities has changed drastically [1]. Among the services offered by the web, it is the access to information, education, communication, training, among others. These constitute services that can be accessed from anywhere in the world if there is an internet connection [2].

One of the advantages offered by the web to the elderly or disabled people is the possibility of improving their quality of life. However, we also have cases in which, the use of the web has caused frustration in some people [3, 17]. One of these causes is the impossibility of accessing the content of a web page. Nowadays, web content production integrates content editors based on the What You See Is What You Get (WYSIWYG) philosophy, such as TinyMCE, Atto, Standard and others.

Similarly, the Web offers the possibility of creating and maintaining content through CMS, Learning Content Management System (LCMS), Learning Management System

© Springer International Publishing AG 2018

Á. Rocha and T. Guarda (eds.), *Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS 2018)*, Advances in Intelligent Systems and Computing 721,
https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7_51

9 Analysis of Accessibility Requirements for Video Players on e-learning

Referencia:

Acosta, T., Zambrano-Miranda, J., y Luján-Mora, S. (2019, Julio). Analysis of accessibility requirements for video Players on e-learning. En actas de la 11th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN), pp. 8310-8319.

Disponible en:

- <https://library.iated.org/view/ACOSTA2019ANA>
- <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.2071>

Temas a los que aporta:

- OE.2** Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la web.
- OE.3** Analizar la accesibilidad del contenido multimedia en las plataformas e-learning de las instituciones de educación superior.
- OE.5** Analizar la accesibilidad del contenido multimedia en los MOOCs de las instituciones de educación superior.

ANALYSIS OF ACCESSIBILITY REQUIREMENTS FOR VIDEO PLAYERS ON E-LEARNING

T. Acosta¹, J. Zambrano-Miranda¹, S. Luján-Mora²

¹Escuela Politécnica Nacional (ECUADOR)

²University of Alicante (SPAIN)

Abstract

The Web is an internet service that has revolutionized the way we perform our daily activities. In the educational field, the use of multimedia content for e-Learning, mainly educational videos has significantly increased in recent years because of the rise of Massive Open Online Courses (MOOC). However, not all video players provide features that people with disabilities can use to access multimedia content. The lack of accessibility in video players has become a gap that excludes an important group of people, on a global level, from exercising their right to education. For example, one of the accessibility problems faced in video players by people who are deaf or hard of hearing is the lack of options to activate or deactivate captions. Meanwhile, visually impaired people must face the problem of lack of audio description. The inability of selecting all options with both the mouse and keyboard is a problem that affects all people. Due to the importance of this topic, some researchers have investigated and analyzed accessibility of video players, but as far as we know, a fully accessible video player is not available yet. Accessibility in e-Learning is one of the reasons why people with disabilities decide to drop out a course. This article presents a detailed analysis of the accessibility features that video players should have, based on the User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) 2.0. Based on this analysis, we present the results of our compliance evaluation, showing what degree six video players comply with accessibility requirements.

Keywords: Accessibility, e-Learning, multimedia, User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) 2.0, video player.

1 INTRODUCTION

The use of information and communication technologies (ICTs) in education has significantly expanded in recent years causing substantial changes in the educational field [1]. There is evidence that ICTs are being widely used in various learning modalities, especially in online learning, also known as electronic learning or e-Learning [2]. The e-Learning refers to either an individual or collective teaching-learning process that uses internet, radio, television, and other audio-visual resources [3]. In the past decade, the number of students who enrolled in e-Learning courses has risen considerably [4]. In 2018, more than 100 million students registered in Massive Open Online Courses (MOOCs) [5]. Some of the benefits that e-Learning provides are: flexibility of schedule and access, low costs, adaptation the pace of learning to meet individual learning needs, interaction with fellow learners either in real-time or in asynchronously, use of audio and video, at so on [6].

Multimedia is one of the most used tools during this educational process in MOOCs [7]. However, despite current technological advances, temporary or permanent disabled and elderly people face multiple issues to access multimedia content [8]. In the report presented by the World Health Organization in 2011, it is mentioned that 15% of the world population suffers from some kind of disability; that is, 1,000 million people have some kind of disability [9]. This means that this important group of people has to overcome multiple technological barriers, some of which are directly related to access to education [9]. In the case of multimedia resources used in e-Learning, the diversity of formats of audio and video files, the lack of web accessibility in their content, the incompatibility between video players, browsers and assistive technologies, and other problems, have caused the technological gap that increases much more. For example, some of the accessibility problems faced in media players by people who are deaf or hard of hearing are the lack of options to activate or deactivate the captions or the selection of the captions language that the user understands, among others; visually impaired people must overcome problems in the absence of audio description and the respective option to activate or deactivate it; and the lack of labels on the buttons that specify the functions of each of them and the possibility of selecting all options with both the mouse and keyboard is a problem that affects all people, whether with or without disabilities [7] [10].

10 Analysis of the Accessibility of Educational Videos in Massive Open Online Courses

Referencia:

Acosta, T., Zambrano-Miranda, J., y Luján-Mora, S. (2019, Julio). Analysis of the accessibility of educational videos in massive open online courses. En actas de la 11th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN), pp. 8321-8331.

Disponible en:

- <https://library.iated.org/view/ACOSTA2019ANA2>
- <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.2076>

Temas a los que aporta:

- OE.2** Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la web.
- OE.3** Analizar la accesibilidad del contenido multimedia en las plataformas e-learning de las instituciones de educación superior.
- OE.4** Analizar la accesibilidad del contenido multimedia en sitios web de las instituciones de educación superior.
- OE.5** Analizar la accesibilidad del contenido multimedia en los MOOCs de las instituciones de educación superior.

ANALYSIS OF THE ACCESSIBILITY OF EDUCATIONAL VIDEOS IN MASSIVE OPEN ONLINE COURSES

T. Acosta¹, J. Zambrano-Miranda¹, S. Luján-Mora²

¹Escuela Politécnica Nacional (ECUADOR)

²University of Alicante (SPAIN)

Abstract

This work highlights the importance of accessible multimedia content on the Web. In the educational field, the use of videos in Massive Open Online Courses (MOOCs) has significantly increased in recent years. The causes for the rise of e-Learning could be the support these platforms provide for inclusive education, technological advancement, flexibility of schedule, saving time and so forth. However, at present, there is clear evidence of the lack of access to information in videos during online learning. Some of the accessibility problems in the content of the online videos are the lack of captions, the lack of sign language interpretation, and so on. These problems go against a human right that is the right to education without discrimination.

This research proposes the main requirements that educational videos should include according to the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 of the World Wide Web Consortium. Furthermore, the results obtained will help the designers and developers of MOOCs know the characteristics that accessible videos should include. Finally, compliance evaluation results of the accessibility requirements of the videos published in MOOCs of 10 popular platforms are presented.

Keywords: Accessibility, education, e-Learning, massive open online courses (MOOCs), multimedia, video, Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1.

1 INTRODUCTION

In modern society, multimedia (audio - video) is a widely used resource on the Web [1]. Particularly in the field of education, videos are a technological tool with great potential, which is why their use has significantly increased during last few years [2]. In this way, the growing number of people who opt for the modality of distance education or e-Learning through the Massive Open Online Courses (MOOCs) [3] has been evidenced. A study conducted in the United States in 2015 showed that the trend of enrollment in distance learning in higher education institutions was around 30% of all enrollments made in that year [3]. MOOCs, due to their potential, offer users the possibility of training anywhere in the world and at any time they wish [4]. Additionally, MOOCs contribute to inclusive education and are considered the latest evolution in different learning environments [5] [6]. In other words, MOOCs offer the possibility that people with or without disabilities throughout the world have the opportunity to access education of high quality without discrimination.

The incorporation of videos in MOOCs has allowed the content of the courses to be structured in a more attractive way. However, despite this technological advance, some people have experienced a series of problems during their access to the content of videos [1]. Some of these drawbacks are the result of the lack of web accessibility in its content, such as the lack of captions, transcription, textual description of the video, audio description, incompatibility with players, browsers, assistive technologies and so forth. These problems constitute very difficult barriers to overcome, especially for the elderly and people with temporary or permanent disability [7]. A study carried out by the United Nations in 2012 establishes that people over 65 represent 7.6% of the world population. This percentage is expected to reach approximately 12% in the year 2030 [8].

In the last report presented by the World Health Organization in 2011, it is mentioned that 15% of the world population suffers from some kind of disability; percentage that is increasing due to the aging of the population and the spread of chronic diseases [9]. Additionally, it is expected that population will increase to 9.6 billion persons in 2050 [8]; therefore it is estimated that the number of people with disabilities will be approximately 1,440 million people by that year. Consequently, these figures constitute a challenge for designers and developers of multimedia content to take into account Article 24 of the Convention on the Rights of Persons with Disabilities, which establishes the right to education without discrimination and equal opportunities for people with disabilities [10]. Unfortunately,

11 Techniques for the Publication of Accessible Multimedia Content on the Web

Referencia:

Acosta, T., Zambrano-Miranda, J., y Luján-Mora, S. (2020, Marzo). Techniques for the publication of accessible multimedia content on the web. IEEE Access, vol. 8, pp. 55300-55322.

Disponible en:

- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9039611>
- <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2981326>

Temas a los que aporta:

- OE.2** Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la web.
- OE.6** Proponer lineamientos de accesibilidad web orientados al contenido web, a las herramientas de autor y agentes de usuario

Techniques for the Publication of Accessible Multimedia Content on the Web

TANIA ACOSTA¹, JOSÉ ZAMBRANO-MIRANDA¹, AND SERGIO LUJÁN-MORA²

¹Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información, Escuela Politécnica Nacional, Quito 170517, Ecuador

²Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Alicante, 03690 Alicante, Spain

Corresponding author: Tania Acosta (tania.acosta@epn.edu.ec)

This work was supported in part by the Study of Accessibility Requirements of Multimedia Content on the Web: Case Study MOOC under Research Project PII-DETRI-2019-03, in part by the EduTech under Project 609785-EPP-1-2019-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP, and in part by the Erasmus + Programme of the European Union.

ABSTRACT Multimedia has become one of the most important sources of information and communication on the web. However, despite recent technological progress, people with disabilities and the elderly face difficulties accessing multimedia on the web. In some cases, these difficulties are impossible to overcome and are a fundamental cause of digital exclusion. Given the importance of this topic, several investigations on the problems of accessing multimedia resources have been carried out. Some organizations have also proposed certain standards to guide the creation and publication of accessible web content. Nevertheless, the authoring tools used in the process of publishing multimedia on the web do not offer all the accessibility features required. Authoring tools can also be used by people who do not have knowledge about web accessibility or programming, resulting in web publications lacking accessibility. This research proposes 278 novel techniques to guide authors, designers, programmers, and testers in the publication of accessible and inclusive multimedia on the web. These techniques are designed to guarantee the compliance with the recommended success criteria of Authoring Tools Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0 of the World Wide Web Consortium. Moreover, these techniques can be used to evaluate the accessibility of the existing authoring tools used to create multimedia for the web. Additionally, we present 80 possible failures that can cause the non-fulfillment of ATAG 2.0. These failures can help authors discern what to avoid and help evaluators check whether particular multimedia is accessible.

INDEX TERMS Accessibility, accessibility content, Authoring Tools Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0, disabilities, e-learning, multimedia, techniques, World Wide Web Consortium (W3C).

I. INTRODUCTION

The most recent world report on disability presented by the World Health Organization (WHO) in 2011 revealed that 15% of the world population, approximately 1 billion people, has some type of disability [1]. Of this total, approximately 110 million people experience considerable difficulties in functioning, and 190 million people have a “severe disability” (the equivalent of disability inferred for conditions such as quadriplegia, severe depression, or blindness) [1]. In some countries, the percentage of people with disabilities is higher than that estimated by the WHO. Thus, a study conducted in the United States (U.S.) in 2010 showed that approximately 20% of the total population of the country (309.3 million

inhabitants) had some disability, amounting to approximately 57 million people [2]. Similarly, in 2017, the results of a survey conducted in Canada demonstrated that approximately 22% of Canadians over the age of 15 years (approximately 6 million people) had a disability [3]. Likewise, in 2018, a survey on income and living conditions in Europe demonstrated that approximately 25% of the population over the age of 16 faced limitations in their daily activities due to health problems [4]. People with disabilities are considered one of the most vulnerable groups, as they must face multiple barriers or difficulties in performing their daily activities [1].

One of the greatest technological advances in the last 30 years is access to web services, particularly online multimedia content (audio, video, and audio-video) [5]. Multimedia is stored in repositories that contain millions of hours of content in different formats [6]. In this sense, multimedia

The associate editor coordinating the review of this manuscript and approving it for publication was Kathiravan Srinivasan.

12 Web Accessibility Evaluation of Videos Published on YouTube by Worldwide Top-ranking Universities

Referencia:

Acosta, T., Acosta-Vargas, P., Zambrano-Miranda, J., y Luján-Mora, S. (2020, Junio). Web accessibility evaluation of videos published on YouTube by worldwide top-ranking universities. *IEEE Access*, vol. 8, pp. 110994-111011.

Disponible en:

- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9115660>
- <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3002175>

Temas a los que aporta:

- OE.2** Analizar el estado de la cuestión de la accesibilidad de la multimedia en la web.
- OE.4** Analizar la accesibilidad del contenido multimedia en sitios web de las instituciones de educación superior.
- OE.7** Aplicar una parte de los lineamientos propuestos para evaluar de manera general accesibilidad de la web y en particular la accesibilidad de los videos publicados en la web y en los MOOCs.

Web Accessibility Evaluation of Videos Published on YouTube by Worldwide Top-Ranking Universities

TANIA ACOSTA¹, PATRICIA ACOSTA-VARGAS², JOSÉ ZAMBRANO-MIRANDA¹,
AND SERGIO LUJÁN-MORA³

¹Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Informática, Escuela Politécnica Nacional, Quito 170517, Ecuador

²Intelligent and Interactive Systems Laboratory, Universidad de Las Américas, Quito 170125, Ecuador

³Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Alicante, 03690 Alicante, Spain

Corresponding author: Tania Acosta (tania.acosta@epn.edu.ec)

This work was supported by Research Project PII-DETRI-2019-03: "Study of accessibility requirements of multimedia content on the Web: Case study MOOC."; the EduTech project (609785-EPP-1-2019-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP) co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union; and the project "Development of IoT systems for people with disabilities" (PID2019-111196RB-I00) of the Spanish Ministry of Science and Innovation.

ABSTRACT Video consumption on the web has increased markedly in recent years. Universities use videos in different teaching-learning modalities, as well as on their websites, to publish information aimed at their stakeholders. Access to education and information has been recognized as a human right in several international conventions and the constitutions of most countries. Therefore, it is essential to ensure that videos published on the web can be accessed by people with disabilities. The universality of the web is so important that some organizations worldwide have contributed to the development of standards and recommendations focused on web accessibility. Despite these efforts, the rights of millions of people are currently violated, as they are excluded from access to both education and information published on the web. Regarding videos, the reasons are a lack of captions, sign language, audio descriptions, and transcriptions, among others. The objective of this study is to evaluate the accessibility of videos published on YouTube by the best universities in the world based on compliance with the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 of the World Wide Web Consortium. We carry out a manual evaluation of 91,421 videos, which were all published on YouTube by 113 universities taken from the Shanghai Ranking. Our purpose is to highlight the urgent need to change the current low level of accessibility that their educational videos show. Consequently, statistical results are presented regarding the compliance with video accessibility according to the regions and positions of the universities in the ranking.

INDEX TERMS Accessibility, audio description, captions, disabilities, education, subtitles, videos, web Content accessibility guidelines (WCAG).

I. INTRODUCTION

Currently, we live in an era of digitized information, in which communication is easy and fast because of the development of information and communication technologies (ICTs). The web is probably the most important ICT because it provides instant access to a nearly limitless source of information from anywhere and anytime. Access to information and knowledge on the web is provided through hypertext, images, audio, and video [1].

The associate editor coordinating the review of this manuscript and approving it for publication was Feng Xia¹.

Videos are one of the technological resources with the greatest potential on the web because they are widely used in many fields, such as education, the economy, entertainment, business, and politics [2]–[4]. Statistics show that 78 % of internet users watch online videos every week [5]. On YouTube, people watch 1 billion hours of videos every day [5]. Facebook sees 100 million hours of video playback per day [6]. Snapchat users daily watch an average of 10 billion videos [7]. At the time Instagram presented the functionality to publish videos, more than 5 million were shared in 24 hours [5]. In the latest Cisco Annual Internet Report, it was estimated that the total number of internet users for the year

Parte III

**CONCLUSIONES Y TRABAJOS
FUTUROS**

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

13 Conclusiones y Aportes

13.1. Conclusiones

La multimedia se ha convertido en una de las fuentes más importantes de información y comunicación en la Web. Sin embargo, debido a la falta de accesibilidad del audio y video, millones de personas con discapacidades temporales o permanentes, así como también los adultos mayores, son excluidas del acceso a la información y conocimiento que se publica en la Web. La investigación realizada en la presente tesis se enfocó en el estudio de los lineamientos de accesibilidad que se deben proveer a la multimedia en sus fases de diseño y publicación en la Web. Estos lineamientos también contribuyen durante el proceso de evaluación de la accesibilidad de la multimedia. Para este efecto, fueron considerados los estándares WCAG 2.0, WCAG 2.1¹, ATAG 2.0 y UAAG 2.0 propuestos por el organismo internacional W3C.

Los resultados de las publicaciones incluidas en el compendio de esta tesis han evidenciado por una parte, algunas falencias durante la fase de diseño web de la multimedia; fase en la que es importante identificar las necesidades de los usuarios, así como los requisitos de accesibilidad del contenido a publicar. Por otro lado, los resultados revelan que las posibles causas que han provocado la inaccesibilidad en la Web podrían atribuirse al desconocimiento de los estándares recomendados por el W3C, así como la falta de interés de los diseñadores y desarrolladores web por aplicar dichos estándares. Los resultados obtenidos también han demostrado el total incumplimiento de varios requisitos de accesibilidad, incluso de los requisitos básicos, los cuales corresponden al nivel A de las WCAG 2.1.

Por ejemplo, en el artículo ([Acosta y otros, 2019b](#)) se evaluaron 11 requisitos de accesibilidad en 60 videos incluidos en 30 MOOC que fueron ofertados a través de 10 plataformas de aprendizaje. De estos 11 requisitos se evidenció el incumplimiento del 100 % de 2 requisitos de nivel A (proveer de audiodescripción u otra alternativa para

¹Las WCAG 2.2 (<https://www.w3.org/TR/WCAG22/>) se encuentra en la fase “borrador de trabajo” (working draft). Los nuevos criterios de WCAG 2.2 no afectan a la accesibilidad de la multimedia, por lo que la propuesta de esta tesis también se podría aplicar a WCAG 2.2

medios basados en el tiempo y descripción textual). Así mismo, los videos evaluados incumplieron en un 100 % un requerimiento de nivel AA y dos de nivel AAA como son: proveer de audiodescripción, audiodescripción extendida e interpretación de lengua de señas. Millones de personas enfrentan estas barreras de accesibilidad, a pesar de la existencia de un estándar como WCAG 2.1 que explica cómo lograr que la Web sea accesible para todas las personas. Los resultados con respecto al porcentaje de videos que tienen asociado subtítulos y transcripción textual en varios idiomas fueron bajo, mientras que la sincronización del audio y video así como la existencia de bajo o ninguno sonido de fondo se cumplió entre un 80 % y 90 %.

En el artículo ([Acosta, Acosta-Vargas, y otros, 2020](#)) se evaluó la accesibilidad de 91,421 videos publicados en YouTube por 113 universidades. Las universidades fueron seleccionadas del Shanghai Ranking. Los resultados demuestran que un 87 % de los videos no cumplen con uno de los requisitos básicos de la accesibilidad, el cual consiste en asociar subtítulos a los videos. Estos resultados resaltan la urgente necesidad de implementar acciones que permitan mejorar la accesibilidad de los videos publicados por las IES. Del mismo modo, se demostró que el 10 % de los videos más antiguos tenían subtítulos, en comparación con el 24 % de los videos recientemente publicados y el 18 % de los videos más populares. También se demostró que el porcentaje de videos con subtítulos publicados por las universidades del continente Americano alcanza el 36 %, mientras que en las universidades de los continentes Asiáticos y Oceanía, el 29 % de los videos tienen subtítulos. Las universidades de Europa y África alcanzan los porcentajes más bajos de cumplimiento de este criterio de éxito, con 8 % y 1 %, respectivamente.

Por otro lado, los resultados de esta investigación demostraron el nulo cumplimiento de los criterios de éxito que recomiendan proveer a los videos de: transcripción textual, audiodescripción, un video con la interpretación en lengua de señas, audiodescripción extendida y alternativas para los medios tempodependientes. En referencia a la evaluación de la accesibilidad del reproductor de video, los resultados demostraron que YouTube no tiene implementadas funciones que permitan a los usuarios cumplir con algunos criterios de éxito de accesibilidad, tales como asociar audiodescripción, audiodescripción extendida o un video con la interpretación en lengua de señas. No obstante, YouTube ofrece la posibilidad de subir archivos con transcripción textual y subtítulos, así como también genera automáticamente subtítulos y transcripción textual incluso en varios idiomas. A pesar de que estas funcionalidades aportan de forma significativa, no es suficiente para cumplir con los criterios de éxito de las WCAG 2.1 y garantizar una plena accesibilidad.

Con respecto a la publicación de recursos multimedia accesibles, en el artículo ([Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora, 2020](#)) propusimos de manera inédita 278 técnicas que guían a los autores, a los diseñadores, a los programadores y evaluadores en el proceso de publicación de contenido multimedia accesible en la Web. Estas técnicas contribuyen sustancialmente al cumplimiento de la parte B de ATAG 2.0. De igual manera, la aplicación de estas técnicas aporta en la reducción de la brecha que afecta a millones de personas con o sin discapacidad y a los adultos mayores.

Durante el proceso de evaluación de la accesibilidad de la multimedia, los resultados obtenidos en la publicación ([Acosta y Luján-Mora, 2017](#)) evidenciaron que las herra-

mientas automáticas no proporcionan información completa respecto al cumplimiento de requisitos de accesibilidad del audio y video publicado en las páginas web. Así, la evaluación automática realizada a los sitios web de 44 universidades ecuatorianas mediante la herramienta eXaminator, no reportó información sobre la accesibilidad de los recursos multimedia. Por consiguiente, es imprescindible que la evaluación sea llevada a cabo por expertos en accesibilidad web, así como también se recomienda realizar pruebas considerando a los usuarios finales.

13.2. Aportes

Es importante recalcar que W3C solo ha propuesto técnicas para el cumplimiento de ATAG 1.0. Por consiguiente, uno de los aportes fundamentales de esta investigación al desarrollo del conocimiento constituye las 278 técnicas que esta investigación propone para el cumplimiento de la Parte B de ATAG 2.0 con respecto a la multimedia. Así, estas técnicas guían en la comprensión y el cumplimiento de los requisitos de accesibilidad por parte de los diseñadores, autores de contenido, desarrolladores y evaluadores en el proceso de publicación de la multimedia accesible en la Web.

En el año 2020, en el artículo ([Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora, 2020](#)) presentamos una propuesta con 278 técnicas inéditas que aportan al cumplimiento de los principios y criterios de éxito de ATAG 2.0, así como también se enunciaron 80 posibles fallas que puede causar su incumplimiento. De las 278 técnicas, 108 están orientadas al cumplimiento del criterio de éxito *B.2.2.2 Setting Accessibility Properties*, 66 técnicas apoyan el cumplimiento del criterio de éxito *B.2.3.2 Automating Repair of Text Alternatives*, 16 técnicas guían el cumplimiento del criterio de éxito *B.2.5.1 Accessible Pre-Authored Content Options*, 42 técnicas aportan al cumplimiento del criterio de éxito *B.3.1.1 Checking Assistance (WCAG)*, 44 técnicas guían el cumplimiento del criterio de éxito *B.3.1.2 Help Authors Decide*. Estas técnicas también se pueden utilizar para evaluar la accesibilidad de las herramientas de autor que permiten publicar multimedia en la Web.

Esta investigación también aporta con requisitos de accesibilidad que apoyan el cumplimiento de los criterios de éxito para las creación de contenido multimedia, así como para el diseño de agentes de usuario que permitan que la web sea más accesibles. De esta manera, se consideraron las WCAG 2.1 y se plantearon 16 requisitos que deberían cumplir los videos durante su proceso de creación. De igual forma, en función del cumplimiento de las UAAG 2.0 se plantearon 125 requisitos de accesibilidad que deberían cumplir los reproductores de videos. ([Acosta y otros, 2019a](#), [2019b](#)).

Otro aporte de esta investigación, son datos recolectados y los resultados de la evaluación realizada a 91,421 videos publicados por 113 universidades consideradas entre las mejores del mundo de acuerdo al Shanghai Ranking ([Acosta y otros, 2019b](#)). Los datos de la evaluación realizada han sido publicados en Mendeley, los cuales pueden ser usados en futuras investigaciones. Los resultados obtenidos en esta investigación permiten identificar otras líneas de investigación, las cuales pueden estar orientadas al estudio y planteamientos de lineamientos sobre la accesibilidad del audio y video en vivo publicados en la Web.

14 Trabajos futuros

En virtud de los resultados obtenidos a lo largo de estos cuatro años de investigación, tomando como sustento la necesidad imperiosa de que la multimedia se accesible ([Acosta y otros, 2019a](#); [Acosta, Acosta-Vargas, y otros, 2020](#)), posibles trabajos futuros podrán orientarse a estudiar la accesibilidad de los videos publicados por otras universidades usando reproductores de video diferentes a YouTube y comparar esos resultados con los obtenidos en esta investigación. De esta manera se podría identificar el nivel de accesibilidad de cada una de estas plataformas y las características que deberían mejorarse e implementarse. Otro trabajo futuro podría ser extender este estudio a todas las universidades incluidas en el Shanghai Ranking, así como en otros rankings como Webometrics. Dado que aún queda mucho por hacer para lograr videos totalmente accesibles publicados en la Web, especialmente en relación con la falta de subtítulos, se podrían orientar investigaciones sobre la relación y dependencia que existe entre los videos que tienen subtítulos y sus tiempos de duración, así como la calidad de los subtítulos. Otro trabajo futuro podría enfocarse a evaluar la accesibilidad de los videos en línea, los cuales sean ofertados por las IES.

Tomando como sustento los artículos ([Acosta y otros, 2019a](#); [Acosta, Acosta-Vargas, y otros, 2020](#)) como posible trabajos futuros sería importante proponer un método para evaluar y comparar las herramientas de autor mediante la aplicación de las técnicas presentadas en este artículo. La aplicación de este método validará y demostrará la idoneidad de la investigación que hemos llevado a cabo.

Considerando el trabajo realizado en ([Acosta, Zambrano-Miranda, y Luján-Mora, 2020](#)), como trabajo futuro se podría proponer nuevas técnicas que aporten al cumplimiento de ATAG 2.0, sobre la base de la interpretación realizada a los criterios de éxito propuestos en esta investigación. Otro trabajo futuro podría ser la validación de las técnicas propuestas, las cuales están enfocadas en publicar a través de las herramientas de autor solo-audio, solo-video y audio-video en vivo accesible.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las publicaciones ([Acosta y otros, 2017, 2018](#)), como trabajo futuro sería importante aplicar el método propuesto en estas investigaciones para evaluar la accesibilidad de las herramientas de autor más utilizadas en los sistemas de gestión del aprendizaje. Otro trabajo también podría ampliar el

14 *Trabajos futuros*

análisis de la accesibilidad de otros elementos tales como el solo-audio pregrabado y el solo-audio en línea.

En función de los resultados obtenidos en la publicación ([Acosta y Luján-Mora, 2016](#)) un trabajo futuro podría ser desarrollar una plataforma de aprendizaje en línea totalmente accesible que considere la aplicación de todos los lineamientos propuestos en esta investigación.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Referencias

- Academic Ranking of World Universities. (2020). *World Top 1000 Universities 2019*. (Disponible en <http://www.shanghairanking.com/ARWU2019.html>) (citado en las páginas 65)
- Acosta, T., Acosta-Vargas, P., Zambrano-Miranda, J., y Luján-Mora, S. (2020). Web Accessibility Evaluation of Videos Published on YouTube by Worldwide Top-Ranking Universities. *IEEE Access*, 8, 110994-111011. doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3002175> (citado en las páginas 10, 16, 110, 113)
- Acosta, T., Acosta-Vargas, P., Salvador-Ullauri, L., y Luján-Mora, S. (2018, Enero). Method for Accessibility Assessment of Online Content Editors. En *International Conference on Information Technology and Systems (ICITS)* (p. 538-551). doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7_51 (citado en las páginas 8, 18, 50, 113)
- Acosta, T., y Luján-Mora, S. (2016, Julio). Comparison from the levels of accessibility on LMS Platforms that supports the online learning system. En *8th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN)* (p. 2706-2711). doi: <https://doi.org/10.21125/edulearn.2016.1579> (citado en las páginas 6, 8, 16, 114)
- Acosta, T., y Luján-Mora, S. (2017). Análisis de la accesibilidad de los sitios web de las universidades ecuatorianas de excelencia. *Enfoque UTE*, 7(1), 46-61. doi: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n1.133> (citado en las páginas 8, 15, 46, 110)
- Acosta, T., Luján-Mora, S., y Acosta-Vargas, P. (2017, Diciembre). Method for Accessibility Assessment of Heading in Online Editors. En *9th International Conference on Education Technology and Computers (ICETC)* (p. 243-247). doi: <https://doi.org/10.1145/3175536.3175577> (citado en las páginas 8, 16, 54, 113)
- Acosta, T., Zambrano-Miranda, J., y Luján-Mora, S. (2020). Techniques for the Publication of Accessible Multimedia Content on the Web. *IEEE Access*, 8, 55300-55322. doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2981326> (citado en las páginas 10, 16, 64, 65, 110, 111, 113)
- Acosta, T., Zambrano-Miranda, J., y Luján-Mora, S. (2019a, Julio). Analysis of acces-

Referencias

- sibility requirements for video Players on e-learning. En *11th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN)* (p. 8310-8319). doi: <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.2071> (citado en las páginas 9, 10, 18, 57, 65, 111, 113)
- Acosta, T., Zambrano-Miranda, J., y Luján-Mora, S. (2019b, Julio). Analysis of the accessibility of educational videos in massive open online courses. En *11th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN)* (p. 8321-8331). doi: <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.2076> (citado en las páginas 9, 18, 54, 109, 111)
- Alamri, A., Muhammad, G., Elaiwi, A. A., Al-Mutib, K., y Hossain, M. (2014). Media content adaptation framework for technology enhanced mobile e-learning. *Journal of Universal Computer Science*, 20(15), 2016-2023. doi: <https://doi.org/10.1002/cae.20557> (citado en las páginas 31, 32)
- Armstrong, M. (2017). Automatic recovery and verification of subtitles for large collections of video clips. *SMPTE Motion Imaging Journal*, 126(8), 1-7. doi: <https://doi.org/10.5594/JMI.2017.2732858> (citado en las páginas 32, 33)
- Brault, M. (2012). *Americans with disabilities: 2010*. (Disponible en <https://www2.census.gov/library/publications/2012/demo/p70-131.pdf>) (citado en las páginas 31)
- Calvo, R., Iglesias, A., y Moreno, R. (2014). Accessibility barriers for users of screen readers in the Moodle learning content management system. *Universal Access in the Information Society*, 13, 315-327. (citado en las páginas 48)
- CERN. (2013). *A short history of the Web*. (Disponible en <https://home.cern/science/computing/birth-web/short-history-web>) (citado en las páginas 3)
- CERN. (2020). *Twenty years of a free, open web*. (Disponible en <https://home.cern/news/news/computing/twenty-years-free-open-web>) (citado en las páginas 3)
- Earl, C., y Neal, E. (2016, Octubre). HTML 5 accessible video player - How and why. En *Web for All Conference (W4A)* (p. 126-127). doi: <https://doi.org/10.1145/2899475.2899499> (citado en las páginas 32, 33)
- Government of Canada. (2017). *Making an accessible Canada for persons with disabilities*. (Disponible en <https://www.canada.ca/en/employment-social-development/programs/accessible-people-disabilities.html>) (citado en las páginas 31)
- Iglesias, A., Moreno, L., Martínez, P., y Calvo-Martin, R. (2011). Evaluating the accessibility of three open-source learning content management systems: a comparative study. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(2), 1-7. doi: <https://doi.org/10.1002/cae.20557> (citado en las páginas 32)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Norma NTE INEN-ISO/IEC 40500 Tecnología de Información*. (Disponible en <https://www.normalizacion.gob.ec/>) (citado en las páginas 44)
- International Organization for Standardization. (2019). *ISO/IEC 40500: 2012*. (Disponible en <https://www.iso.org/standard/58625.html>) (citado en las páginas 35, 40)
- Iqbal, M. (2020). *Snapchat Revenue and Usage Statistics*. (Disponible en <https://>

- www.businessofapps.com/data/snapchat-statistics/) (citado en las páginas 32)
- Kaltura. (2019). *Sixth annual state of video in Education 2019 Insights and trends*. (Disponible en https://corp.kaltura.com/wp-content/uploads/2019/07/The_State_of_Video_in_Education_2019-1.pdf) (citado en las páginas 33)
- Luján-Mora, S. (2013). Web Accessibility Among the Countries of the European Union: a Comparative Study. *Actual Problems of Computer Science*, 1(13), 18-27. (citado en las páginas 35)
- Luján-Mora, S. (2016). ¿Por qué es importante que la web sea accesible? En Ma. Pilar Munuera (Ed.), *Munuera El Impacto de las Nuevas Tecnologías (TICs) en Discapacidad y Envejecimiento Activo*. Valencia: Tirant lo Blanch. (citado en las páginas 3)
- Malik, S., y Agarwal, A. (2012). Use of multimedia as a new educational technology. *International Journal of Information and education technology*, 2(5), 468-471. doi: <https://doi.org/10.7763/IJiet.2012.V2.181> (citado en las páginas 33)
- Minin, H., Alemán, J., Sacramento, C., y Trevisan, D. (2015, Agosto). A WYSIWYG editor to support accessible web content production. En *Universal Access in Human-Computer Interaction. Access to Today's Technologies* (p. 221-230). doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-20678-3_22 (citado en las páginas 32)
- Miyashita, H., Sato, D., Takagi, H., y Asakawa, C. (2007, Octubre). Making multimedia content accessible for screen reader users. En *International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)* (p. 126-127). doi: <https://doi.org/10.1145/1243441.1243443> (citado en las páginas 33)
- Moreno, L., Gonzalez, M., Martínez, P., y Iglesias, A. (2011, Julio). A study of accessibility requirements for media players on the web. En *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction (UAHCI)* (p. 249-257). doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-21672-5_28 (citado en las páginas 43)
- Moreno, L., Iglesias, A., y Martínez, P. (2007, Marzo). Accessibility of multimedia resources in web. En *3th International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST)* (p. 470-473). doi: <https://doi.org/10.5220/0001288704700473> (citado en las páginas 33)
- National Association of the Deaf. (2015). *Sues Harvard and MIT for Discrimination in Public Online Content*. (Disponible en <https://www.nad.org/2015/02/17/nad-sues-harvard-and-mit-for-discrimination-in-public-online-content/>) (citado en las páginas 4)
- North Carolina State The Center for Universal Design. (1997). *The Principles of Universal Design*. (Disponible en https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm) (citado en las páginas 34, 59)
- Observatorio estatal de la discapacidad. (2018). *Informe Olivenza 2018*. (Disponible en <https://www.observatoriodeladiscapacidad.info/wp-content/uploads/2019/04/OED-INFORME-OLIVENZA-2018.pdf>) (citado en las páginas 31)
- Paniagua-Martin, F., Garcia-Crespo, A., Colomo-Palacios, R., y Ruiz-Mezcua, B. (2011). Semantic annotation architecture for accessible multimedia resources.

Referencias

- IEEE Computer Society*, 18(2), 16-25. doi: <https://doi.org/10.1145/2700648.2809857> (citado en las páginas 32, 59)
- Patel, S. (2016). *85 percent of Facebook video is watched without sound*. (Disponible en <https://digiday.com/MEDIA/SILENT-WORLD-FACEBOOK-VIDEO/>) (citado en las páginas 32)
- Ranging, H., Petri, K., Thompson, M., y Hahn, D. (2013). *A comparison of learning management system accessibility*. Descargado de https://www.dropbox.com/s/2sp6zgbzh00z2fe/lms_compared_2013.ppt?dl=1 ([Conference presentation]. CSUM International Technology & Person with Disabilities Conventions, California, United States) (citado en las páginas 43)
- Sa-nga-ngam, P., y Kiattisin, S. (2020). Increasing Web Accessibility Through a Personalized Web Browser for Older Adults. *Wireless Personal Communications*. doi: <https://10.1007/s11277-020-07220-6> (citado en las páginas 43)
- Saverimoutou, A., Mathieu, B., y Vaton, S. (2020). Web View: A Measurement Platform for Depicting Web Browsing Performance and Delivery. *IEEE Communications Magazine*, 58(3), 33-39. doi: <https://doi.org/10.1109/MCOM.001.1900178> (citado en las páginas 3)
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 “ACCESIBILIDAD PARA EL CONTENIDO WEB*. (Disponible en <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/reglamentos/RTE-288.pdf>) (citado en las páginas 44, 46)
- Smith, K. (2019). *126 amazing social media statistics and facts*. (Disponible en <https://www.brandwatch.com/blog/amazing-social-media-statistics-and-facts/>) (citado en las páginas 32)
- Smith, K. (2019). *53 Incredible Facebook Statistics and Facts*. (Disponible en <https://www.brandwatch.com/blog/facebook-statistics/>) (citado en las páginas 32)
- Thompson, T. (2018). Media player accessibility: Summary of insights from interview & focus group. *Journal on Technology and Persons with Disabilities*, 6(30), 325-335. (citado en las páginas 33)
- United Nations. (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities and Optional Protocol*. (Disponible en <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html>) (citado en las páginas 4, 33)
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2020a). *290 Million Students Out of School Due to COVID-19: UNESCO Releases First Global Numbers and Mobilizes Response*. (Disponible en <https://en.unesco.org/news/290-million-students-out-school-due-covid-19-unesco-releases-first-global-numbers-and-mobilizes>) (citado en las páginas 33)
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2020b). *COVID-19 Educational Disruption and Response*. (Disponible en <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse/>) (citado en las páginas 33)
- W3Schools. (1999). *HTML Multimedia*. (Disponible en https://www.w3schools.com/html/html_media.asp) (citado en las páginas 39)
- WebAIM. (2009). *Screen Reader User Survey No.2 Results*. (Disponible en <https://>

- webaim.org/projects/screenreadersurvey2/) (citado en las páginas 48)
- WordStream. (2018). *37 Staggering video marketing statistics for 2018*. (Disponible en <https://www.wordstream.com/blog/ws/2017/03/08/video-marketing-statistics>) (citado en las páginas 32, 59)
- World Health Organization. (2011). *World report on disability*. (Disponible en http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf) (citado en las páginas 31)
- World Wide Web. (1997). *World Wide Web Consortium Launches International Program Office for Web Accessibility Initiative*. (Disponible en <https://www.w3.org/Press/IP0-announce>) (citado en las páginas 4)
- World Wide Web Consortium. (1999). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>) (citado en las páginas 35)
- World Wide Web Consortium. (2000). *Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 1.0*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/ATAG10/>) (citado en las páginas 38)
- World Wide Web Consortium. (2002a). *Techniques for User Agent Accessibility Guidelines 1.0*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/UAAG10-TECHS/>) (citado en las páginas 39)
- World Wide Web Consortium. (2002b). *User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) 1.0*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/UAAG10/>) (citado en las páginas 39)
- World Wide Web Consortium. (2008). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>) (citado en las páginas 35)
- World Wide Web Consortium. (2015a). *Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/ATAG20/>) (citado en las páginas 35, 38, 39, 59)
- World Wide Web Consortium. (2015b). *Implementing ATAG 2.0*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/2015/NOTE-IMPLEMENTING-ATAG20-20150924/>) (citado en las páginas 39)
- World Wide Web Consortium. (2015c). *User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) 2.0*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/UAAG20/>) (citado en las páginas 35, 39, 59)
- World Wide Web Consortium. (2016). *Understanding Techniques for WCAG Success Criteria*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/understanding-techniques.html>) (citado en las páginas 38)
- World Wide Web Consortium. (2017). *HTML 5.2*. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/html52/>) (citado en las páginas 41)
- World Wide Web Consortium. (2018a). *Accessibility*. (Disponible en <https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility>) (citado en las páginas 3, 35)
- World Wide Web Consortium. (2018b). *The Business Case for Digital Accessibility*. (Disponible en <https://www.w3.org/WAI/business-case/>) (citado en las páginas 5)
- World Wide Web Consortium. (2018c). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)*

Referencias

- 2.1. (Disponible en <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>) (citado en las páginas 35, 59)
- World Wide Web Consortium. (2018d). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview*. (Disponible en <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>) (citado en las páginas 35)
- World Wide Web Consortium. (2020a). *Making the Web Accessible*. (Disponible en <https://www.w3.org/WAI/>) (citado en las páginas 35)
- World Wide Web Consortium. (2020b). *Media Accessibility User Requirements*. (Disponible en <http://w3c.github.io/apa/media-accessibility-reqs/>) (citado en las páginas 40, 59)
- World Wide Web Consortium. (2020c). *Techniques for WCAG 2.1*. (Disponible en <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Techniques/>) (citado en las páginas 35, 38)
- World Wide Web Foundation. (2020). *History of the Web*. (Disponible en <https://webfoundation.org/about/vision/history-of-the-web/>) (citado en las páginas 3)



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante