

Universidad Católica de Valencia

San Vicente Mártir



**Universidad
Católica
de Valencia
San Vicente Mártir**

**Estudio de accesibilidad web de los miembros de la
FIUC y desarrollo de una aplicación como
propuesta de mejora**

TESIS DOCTORAL

PRESENTADA POR:

Carlos Máñez Carvajal

DIRIGIDA POR:

Dr. D. José Francisco Cervera Mérida

Dra. D^a. Rocío Fernández Piqueras

2019

A mi Papá y a mi familia

Declaración

Dr. D. José Francisco Cervera Mérida. Profesor Doctor Acreditado. Facultad de Psicología. Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir

Dra. D^a Rocío Fernández Piqueras. Profesora Doctora Acreditada. Facultad de Magisterio y Ciencias de la Educación. Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir

CERTIFICAN:

Que la presente tesis doctoral titulada *Estudio de accesibilidad web de los miembros de la FIUC y desarrollo de una aplicación como propuesta de mejora* ha sido realizada por D. Carlos Máñez Carvajal bajo nuestra dirección, en el Programa de Doctorado Los retos de las Ciencias Sociales y Humanas en la sociedad del siglo XXI para la obtención del título de Doctor por la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. Para que así conste a los efectos legales oportunos, se presenta esta tesis doctoral y se extiende la presente certificación en Valencia a día de mes de año.

Fdo.: José Francisco Cervera Mérida

Fdo.: Rocío Fernández Piqueras

Agradecimientos

Agradezco enormemente al Dr. Cervera y a la Dra. Fernández sus indicaciones, aportes y también su dedicación. Además, me gustaría agradecerles la confianza ciega depositada en mi persona desde siempre.

A mi padre, por todos los consejos y pautas que pudo darme en el pasado, han sido más que fundamentales para poder llevar a cabo esta tesis doctoral.

Gracias Rocío

Gracias Josefran

Gracias Papá

Resumen

El presente trabajo muestra los resultados de un estudio de accesibilidad web de instituciones miembros de la FIUC. La accesibilidad web resulta fundamental para lograr una verdadera inclusión educativa, más si cabe dada la tendencia actual de aumentar tanto los contenidos como la formación online, siendo en la gran mayoría de países exigida por ley para instituciones educativas y empresas de gran tamaño. La presente tesis incluye una revisión de la normativa técnica vigente en materia de accesibilidad para los contenidos web. Si las páginas web no se encuentran estructuradas bajo los principios fundamentales de accesibilidad, los mayores y/o las personas con discapacidad experimentan dificultades de acceso o barreras web a la hora de interactuar con los contenidos web.

El análisis ha sido elaborado en base al estándar internacional WCAG 2.0 establecido por el World Wide Web Consortium. Para llevarlo a cabo se han seleccionado diferentes herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad web y se ha tomado como referencia la página inicial de cada estamento. El estudio revela el escaso cumplimiento en cuanto a normativa de las páginas web analizadas mostrando niveles bajos o muy bajos en accesibilidad web. Además, los mayores y/o personas con diversidad funcional sufrirán mayores dificultades de acceso en el caso de utilizar productos de apoyo. La tesis muestra un estudio detallado de los errores encontrados en los principios y pautas fundamentales de la norma.

El trabajo aporta el desarrollo de una aplicación informática que facilita el acceso a los contenidos web. Esta aplicación ha sido especialmente diseñada para personas con diversidad funcional visual que utilicen un lector de pantalla, incrementando de esta manera la accesibilidad web de las instituciones miembros de la FIUC.

Palabras clave: Accesibilidad web; FIUC; WCAG 2.0; Discapacidad; Universidad

Abstract

The present work presents the results of a web accessibility study of the educational platforms of FIUC. Web accessibility is fundamental to achieving a true educational inclusion and it is even more relevant in the context of the current trend to increase both online content and online learning. In many countries, web accessibility is a legal requirement for educational institutions and large companies. This thesis comprises of a review of the current regulation and of the assistive technology which is used, or which can be used, by the elderly and/or people with disabilities in order to access web content. If the websites are not structured according to the fundamental principles of accessibility, people with disabilities will experience difficulties of access or web barriers when attempting to interact with online content.

The basis for the analysis has been the international WCAG 2.0 regulation established by the World Wide Web Consortium. Various web accessibility automatic evaluation tools have been selected to conduct the análisis and the homepage has been taken as a sample. The study reveals very limited compliance of the FIUC websites with the above-mentioned regulation thus showing low or very low levels of web accessibility. What is more, the elderly and/or people with disabilities will come across great difficulties of access when using assistive technology. The current thesis shows a detailed study of found errors regarding the fundamental principles and guidelines of the regulation, which parallels a great amount of previous studies. A comparison has been made across continents and a study has been carried out which shows that

the wealth of a country has very little influence on the levels of web accessibility. This work contributes with the design and development of an application which enables access to online content, above all meant for people with visual impairment who use screen readers, thus increasing web accessibility among members of FIUC.

Keywords: Web Accessibility; FIUC; WCAG 2.0; Disability; University

Índice General

Índice de Figuras	19
Índice de Tablas	23
1. Introducción	1
1.1. Justificación	4
1.2. Objetivos de la investigación	6
1.3. Estructura de la tesis doctoral	9
2. Accesibilidad Web	13
2.1. Accesibilidad web	14
2.2. Componentes esenciales	17
2.3. Organización de las WCAG 2.0	19
2.3.1. Principios y Pautas de las WCAG 2.0	22
2.3.1.1. Perceptible	22
2.3.1.1.1. Alternativas textuales	22
2.3.1.1.2. Medios tempo dependientes	23
2.3.1.1.3. Adaptable	23
2.3.1.1.4. Distinguible	24
2.3.1.2. Operable	24
2.3.1.2.1. Accesible por teclado	25

2.3.1.2.2.	Tiempo suficiente	25
2.3.1.2.3.	Convulsiones	26
2.3.1.2.4.	Navegable	26
2.3.1.3.	Comprensible	27
2.3.1.3.1.	Legible	27
2.3.1.3.2.	Previsible	28
2.3.1.3.3.	Asistencia a la entrada de datos	28
2.3.1.4.	Robusto	29
2.3.1.4.1.	Compatible	29
2.3.2.	Criterios de conformidad	30
2.3.3.	Conformidad de la web	31
3.	Diversidad funcional y barreras web	33
3.1.	Productos de apoyo	34
3.2.	Interacción con la Web	36
3.2.1.	Percepción	37
3.2.1.1.	Lectores de pantalla	37
3.2.1.2.	Navegadores	38
3.2.2.	Presentación	39
3.2.2.1.	Magnificadores de pantalla	40
3.2.2.2.	Aplicaciones y extensiones de navegadores	40
3.2.3.	Entrada de datos	41
3.2.3.1.	Teclados y ratones alternativos	41
3.2.3.2.	Conmutadores	42
3.2.3.3.	Acceso por Pantalla Táctil	43
3.2.3.4.	Sistemas de reconocimiento de voz	43
3.2.3.5.	Dispositivos de control por la mirada	43

3.2.4.	Navegación y búsqueda	44
3.3.	Relación con las WCAG 2.0	45
3.4.	Barreras web	46
3.4.1.	Diversidad funcional motora	47
3.4.2.	Diversidad funcional auditiva	48
3.4.3.	Diversidad funcional visual	49
3.4.4.	Personas con diversidad funcional intelectual, trastornos cogniti- vos, neurológicos y dificultades de aprendizaje	52
3.4.5.	Personas con dificultades en el habla	54
3.4.6.	Personas mayores	54
4.	Métodos de evaluación de la accesibilidad web	57
4.1.	Métodos de evaluación de la accesibilidad web	58
4.1.1.	Revisiones de conformidad	59
4.1.1.1.	Metodología WCAG-EM	60
4.1.1.2.	Herramientas de evaluación de accesibilidad web	61
4.1.1.2.1.	Test de Accesibilidad Web	62
4.1.1.2.2.	WAVE	63
4.1.1.2.3.	Examinator	64
4.1.1.2.4.	Achecker	66
4.1.1.2.5.	W3C Markup Validation Service	67
4.1.1.2.6.	W3C CSS Markup Validation Service	67
4.1.1.2.7.	Cynthiasays	68
4.1.1.2.8.	Colour Contrast Analyser	69
4.1.2.	Técnicas de pantalla	70
4.1.3.	Evaluaciones subjetivas	70
4.1.4.	Test de usuarios	70

4.1.5. Barriers walkthrough	71
5. Estudios de accesibilidad web	73
5.1. Estudios de accesibilidad web	74
5.1.1. Estamentos gubernamentales	74
5.1.2. Bibliotecas	76
5.1.3. Universidades	77
5.1.4. Propuestas de investigadores	81
6. Método	85
6.1. Procedimiento	86
6.1.1. Selección de páginas a evaluar de cada institución	86
6.1.2. Herramientas de evaluación	87
6.1.2.1. W3C Markup Validation Service	87
6.1.2.2. WAVE	87
6.1.2.3. TAW	88
6.2. Análisis de datos	88
6.3. Muestra del estudio	88
7. Resultados	105
7.1. Análisis proporcionado por W3C Markup Validation Service	106
7.2. Análisis proporcionado por WAVE	106
7.3. Análisis proporcionado por TAW	107
7.3.1. Principios	107
7.3.2. Análisis de la distribución de los errores	109
7.3.3. Pautas	111
7.3.3.1. Pautas del principio Perceptible	113
7.3.3.2. Pautas del principio Operable	114

7.3.3.3.	Pautas del principio Comprensible	114
7.3.3.4.	Pautas del principio Robusto	115
7.3.4.	Análisis de la distribución del número de errores por Pauta	115
7.3.5.	Análisis comparativo por continente	121
7.3.6.	Análisis de los resultados según el nivel de conformidad	125
7.4.	Discusión	126
8.	Desarrollo de aplicación	135
8.1.	Fundamentos teóricos: El modelo DOM	136
8.1.1.	DOM Document	137
8.1.2.	Estructura en forma de árbol	138
8.1.3.	Objeto document: propiedades y métodos	140
8.1.4.	Listas de nodos preconfiguradas	140
8.1.5.	HTML: Imágenes	141
8.1.6.	Resumen y justificación	142
8.2.	Desarrollo de aplicación	142
8.2.1.	Fases	143
8.2.2.	Análisis de requerimientos	144
8.2.3.	Diseño del sistema	145
8.2.3.1.	Diagrama de flujo	145
8.2.3.1.1.	Evaluación del atributo alt	146
8.2.3.2.	Archivos	148
8.2.4.	Uso de la aplicación	149
8.2.4.1.	Pruebas objetivas	152
8.3.	Valoración del efecto del programa Lola	154
8.4.	Conclusiones de la aplicación	159

9. Conclusiones	161
9.1. Limitaciones del estudio y sugerencias para futuros trabajos	168
Glosario de términos y acrónimos	170
Referencias	173
Apéndice A. Legislación en materia de accesibilidad web	197
Apéndice B. Enlaces consultados de la página web de la FIUC	203
Apéndice C. Análisis realizado por W3C Markup Validation Service	209
Apéndice D. Análisis realizado por WAVE	221
Apéndice E. Análisis realizado por TAW	233
Apéndice F. Código fuente de la aplicación	249
Apéndice G. Estudio de accesibilidad Enero 2019	291

Índice de Figuras

2.1. Componentes de accesibilidad relacionándose entre sí.	18
2.2. Relación entre los componentes y pautas de accesibilidad del contenido web.	19
2.3. Mapa de las WCAG 2.0	21
2.4. Pautas pertenecientes al principio Perceptible	22
2.5. Pautas pertenecientes al principio Operable	25
2.6. Pautas pertenecientes al principio Comprensible	27
2.7. Pautas pertenecientes al principio Robusto	29
2.8. Esquema resumen de las WCAG 2.0	31
3.1. Tendencia histórica de uso de los lectores de pantalla.	38
3.2. Navegador Webbie.	39
3.3. Virtual Magnifying Glass.	40
3.4. Extensión Alto Contraste del navegador Chrome.	41
3.5. Teclados alternativos	42
3.6. Tipología de conmutadores.	43
3.7. Usuario utilizando Tobii con el movimiento ocular.	44
3.8. Imagen que transmite información a través del color.	50
3.9. Estimación de la población mundial en 2050.	54
4.1. Metodología WCAG-EM.	61

4.2. Herramienta TAW.	63
4.3. Informe de errores de contraste proporcionado por WAVE	64
4.4. Análisis de la accesibilidad web realizado por Examiner	65
4.5. Achecker	66
4.6. W3C Markup Validation Service.	67
4.7. W3C CSS Markup Validation Service.	68
4.8. CynthiaSays.	68
4.9. Colour Contrast Analyser.	69
5.1. Arquitectura básica de Dante	82
5.2. Generación automática del atributo alt en imágenes en Facebook	83
5.3. Arquitectura de AIMS	84
6.1. Captura de pantalla de la página web de la FIUC	89
7.1. Porcentaje de miembros de la FIUC que presentan errores en el código HTML	106
7.2. Porcentaje de miembros de la FIUC con errores de contraste de colores	107
7.3. Errores de accesibilidad web categorizados por principio	108
7.4. Porcentaje de error asociado a cada principio	109
7.5. Histograma de frecuencias para Total de errores	110
7.6. Diagrama de cajas y bigotes para Total de Errores	110
7.7. Pautas de accesibilidad web ordenadas por número de errores	112
7.8. Errores de accesibilidad web de las pautas del principio Perceptible . . .	113
7.9. Errores de accesibilidad web de las pautas del principio Operable . . .	114
7.10. Errores de accesibilidad web de las pautas del principio Comprensible .	114
7.11. Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Alter- nativas textuales	115

7.12. Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Adaptable	116
7.13. Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Tiempo suficiente	116
7.14. Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Navegable	117
7.15. Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Introducción de datos asistida	117
7.16. Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Compatible	118
7.17. Diagramas de cajas y bigotes para las pautas del principio Perceptible .	118
7.18. Diagramas de cajas y bigotes para las pautas del principio Operable . .	119
7.19. Diagramas de cajas y bigotes para las pautas del principio Comprensible	119
7.20. Diagramas de cajas y bigotes para las pautas del principio Robusto . .	119
7.21. Miembros de la FIUC por continente	121
7.22. Diagrama de cajas y bigotes para número total de errores de las webs analizadas por continente	122
7.23. Histograma de frecuencias de Total de Errores en las web analizadas en Europa	123
7.24. Histograma de frecuencias de Total de Errores en las web analizadas en América	124
7.25. Histograma de frecuencias de Total de Errores en las web analizadas en Asia	124
7.26. Errores de accesibilidad web categorizados por prioridad	126
8.1. Objeto <i>document</i> en un navegador web	137
8.2. Código HTML y su posterior visualización en un navegador	138
8.3. Estructura en forma de árbol del modelo DOM	138
8.4. Nodos del modelo DOM	139

8.5. Acceso a las imágenes del documento HTML mediante <code>document.images</code>	141
8.6. Fases del modelo en cascada	144
8.7. Diagrama de flujo de la aplicación	146
8.8. Análisis del atributo <i>alt</i>	147
8.9. Intervención humana en las descripciones alternativas de las imágenes .	147
8.10. Selección de la web universitaria a evaluar	149
8.11. Visualización de página web de la Universidad Católica de Manizales .	149
8.12. Visualización de la primera imagen sin descripción alternativa de la web analizada	150
8.13. Visualización de la segunda imagen sin descripción alternativa de la web analizada	150
8.14. Visualización de la tercera imagen sin descripción alternativa de la web analizada	151
8.15. Descarga del código fuente HTML	151
8.16. Calificación de la página inicial de la Universidad de la Salle por Exami- nator	152
8.17. Calificación obtenida por Examinator tras el uso de la aplicación	153
8.18. Calificación de la página inicial de la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino	153
8.19. Calificación numérica la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino tras el uso de la aplicación	154
8.20. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas para el principio Perceptible	158

Índice de Tablas

2.1. Legislación en materia de accesibilidad web	15
5.1. Casos de estudio sobre accesibilidad web universitaria	77
6.1. Código, Estamento y dirección web de los estamentos de la FIUC evaluados	89
6.2. Países, frecuencia y porcentaje de las webs analizadas de estamentos de la FIUC evaluados	101
7.1. Estadísticos descriptivos de los errores detectados en cada principio y en la suma de errores de los cuatro principios en las webs analizadas . .	107
7.2. Estadísticos descriptivos para los errores de accesibilidad web clasificados por Pauta	111
7.3. Valores de los cuartiles para el conjunto de las webs y de la mediana (Q2) para el subconjunto de webs con datos atípicos por Pautas	120
7.4. Estadísticos descriptivos de los errores detectados en cada principio y en la suma de errores de los cuatro principios en las webs analizadas . .	121
7.5. Valores del estadístico U de Mann-Whitney y su significación estadística para las comparaciones dos a dos de la variable Total de Errores entre continentes	123

7.6. Valores de los cuartiles para el conjunto de las webs analizadas y de la mediana (Q2) para el subconjunto de web con datos atípicos para cada uno de los cuatro principios	125
8.1. Estadísticos descriptivos de los errores obtenidos en cada principio y en la suma total de errores en enero de 2019	156
8.2. Estadísticos descriptivos de los errores obtenidos en cada pauta del principio Perceptible en enero de 2019	156
8.3. Estadísticos descriptivos del principio Perceptible y de Totales antes y después del uso de Lola	157
A.1. Legislación sobre accesibilidad	197
B.1. Enlaces consultados de la página web de la FIUC	203
C.1. Resultados del análisis realizado con W3C Markup Validation Service .	209
D.1. Resultados del análisis realizado con WAVE	221
E.1. Errores de accesibilidad web encontrados por TAW categorizados por principio	233
G.1. Errores de accesibilidad web encontrados por TAW categorizados por principio	291

1

Introducción

Vivimos en la era de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la cual se ha constituido y acrecentado un modelo de Universidad Digital (Laviña y Mengual, 2008). Es decir, se establece una modalidad de enseñanza online donde las universidades ofrecen nuevas oportunidades y posibilidades a personas que antes tenían dificultades en acceder a una formación superior. Esta modalidad de enseñanza resulta muy acorde con una de las misiones de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), proporcionar una educación de calidad para todos y el aprendizaje a lo largo de toda la vida. Prácticamente todas las universidades ofrecen espacios virtuales para desarrollar el proceso enseñanza y aprendizaje apoyado por el continuo y constante desarrollo de las nuevas tecnologías. Para Adell (1997), la posibilidad que ofrecen las instituciones educativas presenciales de ofrecer formación en línea a través de Internet, es una forma emergente de proporcionar conocimientos y habilidades a amplios sectores de la población, para que puedan acceder a dicha formación las personas con dificultades para asistir regularmente. Ortega (2002) aludió a estos escenarios formativos de diferentes maneras como enseñanza a distancia a través de redes telemáticas, ciber escuelas o universidades virtuales. La Universidad virtual ha ido evolucionando a la par que las nuevas tecnologías viéndose extraordinariamente favorecida en los últimos años por la expansión de

Internet y la proliferación de dispositivos tecnológicos de última generación, resultando casi extraño hoy en día realizar un curso sin un componente virtual. Además, la Universidad moderna ya no sólo se ocupa de jóvenes estudiantes, sino que se adapta a las necesidades formativas de adultos y profesionales del mundo empresarial en una sociedad mayoritariamente internauta en la que los espacios y las distancias no resultan una limitación (Fernández, 2010). Es el denominado e-learning tal y como lo entiende Seale (2014), se trata de cualquier tecnología que pueda apoyar y mejorar el aprendizaje, consiguiendo que la educación superior sea más asequible para un mayor número de personas (Altbach, Reisberg y Rumbley, 2009). La emergencia del e-learning puede acarrear desafíos y barreras para las personas si los sitios web universitarios no tienen en cuenta las necesidades y requisitos de los individuos. Las personas mayores y las personas con discapacidad pueden interactuar con el contenido web utilizando distintos medios y tecnologías resultando fundamental que las webs sean diseñadas utilizando las mejores prácticas en el diseño web con objeto de ser más accesibles para las personas (IMS Global Learning Consortium, 2018). Es por ello que las instituciones de educación superior no solo deberían promover el aprendizaje, educación y formación de adultos y grupos vulnerables (Gazzola y Didriksson, 2008), sino que tienen la obligación de conseguir una igualdad de acceso a las oportunidades educativas en consonancia con el artículo 26 de la Declaración Universal de Derechos Humanos que establece que toda persona tiene derecho a la educación (United Nations, 2018). Cuando las páginas y contenidos web están correctamente diseñados y codificados, las personas con discapacidad pueden utilizarlos. Sin embargo, la gran mayoría de sitios web presentan barreras que dificultan y en ocasiones imposibilitan a algunas personas el poder utilizarlos. Estas barreras contribuyen a aumentar la llamada infoexclusión o brecha digital, discriminando a una gran parte de los usuarios (Montero y Martín Fernández, 2004). Bergman y Johnson (1995) ya señalaron en su momento el riesgo

de diseñar contenidos web tomando como referencia un usuario promedio o estándar, pues las necesidades del resto de usuarios quedan insatisfechas. Burgstahler (2008) comenta que debe tenerse en cuenta las características de los estudiantes. Es por ello que diversos autores abogan por el ya mencionado diseño universal como solución para avanzar en la educación superior. Nielsen (2003) afirma que independientemente del grupo de usuarios objetivo, todos los diseños deben ofrecer las mismas funcionalidades y proporcionar acceso a los mismos contenidos. El autor propone un diseño web que se adapte dinámicamente en función de la persona que visita una web, satisfaciendo de esta manera las necesidades de cualquier usuario. Además, el concepto de diseño universal no debe entenderse como un único diseño que resuelva las necesidades de todos los usuarios sino que los esfuerzos deben destinarse a un diseño cuyo objetivo sea atender las necesidades del mayor número de usuarios finales (Stephanidis, 2001). Teniendo en cuenta las necesidades de las personas con y sin diversidad funcional, en definitiva, de los usuarios de la web, resulta fundamental que los creadores de contenido web implementen sitios web accesibles para facilitar el acceso a la información y evitar la exclusión de las personas del uso de un producto o servicio.

El estamento encargado de establecer los estándares del contenido web es el World Wide Web Consortium (W3C). Con la finalidad de preservar los derechos de todas las personas, el W3C creó la Web Accessibility Initiative (WAI). Se trata de un grupo de trabajo encargado de establecer las pautas de accesibilidad al contenido web. Estas pautas se recogen en el Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) y sirven para guiar el diseño web hacia un diseño universal, reduciendo las barreras existentes tratando que los contenidos sean accesibles para un mayor número de personas (W3C, 2008).

1.1. Justificación

Dentro del universo poblacional de instituciones universitarias a nivel mundial, existe una asociación fundada en 1924, que es la más antigua de Universidades Católicas, denominada Federación Internacional de Universidades Católicas (FIUC). En la actualidad la FIUC reúne a 219 universidades e instituciones de educación superior de todos los continentes. La FIUC (FIUC, 2019) tiene como misión:

- Promover, entre las instituciones católicas de enseñanza superior y de investigación, una reflexión colectiva sobre su misión
- Fomentar la cooperación académica en el campo de la investigación, así como la valoración y difusión de los resultados de la investigación hacia las comunidades que toman decisiones
- Promover la experiencia y el intercambio de habilidades entre las instituciones católicas de educación superior
- Representar a las universidades católicas en las organizaciones y asociaciones internacionales y colaborar con ellas de acuerdo con sus prioridades institucionales
- Contribuir al desarrollo de la educación superior católica y a la afirmación de su identidad específica.

Entre los proyectos e iniciativas de la FIUC destaca el Programa Internacional Avanzando hacia una Pedagogía y cultura inclusivas en las universidades, que tiene como objetivo apoyar la mejora de la inclusión de los estudiantes con discapacidad en la educación superior de la Red de Universidades Católicas de la FIUC. La finalidad de este programa de formación desarrollado a largo plazo se centra en ayudar a las universidades a promover el acceso, mejorar sus prácticas, facilitar la acogida y

fortalecer sus políticas institucionales. A raíz de dicho programa se crea el Observatorio Internacional sobre Discapacidad e Inclusión en el Ámbito Universitario, proyecto académico y científico promovido por la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir (UCV) en colaboración con la FIUC. El Observatorio tiene como principal objetivo la constitución de una plataforma regional o red Iberoamericana, potenciando el desarrollo de políticas inclusivas y programas de atención a la discapacidad e inclusión en los planes estratégicos o planes de desarrollo de las universidades de dicha red. Para ello, impulsa distintas líneas de investigación, innovación, generación y transmisión del conocimiento, configurando un espacio de intercambio y transferencia de métodos, buenas prácticas y difusión de políticas institucionales dirigidas a conformar entornos culturales y educativos más inclusivos en el ámbito de la educación superior (UCV, 2019).

La presente tesis forma parte de una de las iniciativas del Observatorio Internacional sobre Discapacidad e Inclusión en el Ámbito Universitario para realizar un estudio de accesibilidad web de las instituciones miembros de la FIUC. Con ello se pretende contribuir a conformar entornos educativos más inclusivos. Teniendo en consideración todo lo expuesto anteriormente sobre el e-learning, el modelo educativo actual y la accesibilidad a los contenidos web, surgen algunas cuestiones importantes:

- ¿Ofrecen las páginas web de los miembros de la FIUC un acceso equitativo a la información para todas las personas?
- ¿Se tienen en cuenta los perfiles de los usuarios y los medios que utilizan para visitar las webs?
- ¿Cumplen las webs institucionales de educación superior la normativa existente en materia de accesibilidad web?

- En caso de no cumplirse la norma de accesibilidad web, ¿cómo podría mejorarse el código fuente de dichas webs para optimizar el acceso a las personas con discapacidad? Y, dicha mejora ¿supondría un cambio demasiado costoso para poder implementarse en las universidades?

El estudio de accesibilidad web se diseña para intentar responder a los interrogantes planteados y aportar información de la situación actual de las instituciones de la FIUC en materia de accesibilidad web. El estudio analiza un número muy elevado de instituciones de distintos países y continentes con idénticos objetivos, la educación superior. No existe un estudio anterior de accesibilidad web de los miembros de la FIUC, se espera que la investigación reporte información de interés para la comunidad educativa. Tras analizar los resultados del estudio, se pretende diseñar una aplicación para incrementar la accesibilidad web de las instituciones de la FIUC con objeto de facilitar el acceso a los contenidos web a las personas mayores y/o con diversidad funcional.

1.2. Objetivos de la investigación

La investigación tiene como objetivo el estudio de accesibilidad web de los estudiantes universitarios y miembros de educación superior de la FIUC y la realización de propuestas de mejora para reducir las dificultades de acceso que experimentan las personas con diversidad funcional durante la visita a la web. Con este fin se establecen dos objetivos generales de investigación:

1. **Realizar un estudio descriptivo sobre el grado de cumplimiento del estándar internacional WCAG 2.0 en el conjunto de las webs de los miembros FIUC**

Para garantizar el acceso universal a la Web de todas las personas, se debe cumplir con los estándares internacionales en materia de accesibilidad web. Es preciso por tanto evaluar diferentes aspectos técnicos de las webs y revisar el cumplimiento de las pautas establecidas por los organismos competentes en materia de accesibilidad web. Se desglosa este primer objetivo general en los siguientes objetivos específicos:

- **Comprobar la correcta codificación HTML en las páginas web analizadas**

El primer paso será testear la gramática HTML implementada en las webs de los miembros de la FIUC. El objetivo es determinar si el código fuente permite una adecuada interacción con los diferentes productos de apoyo que puede utilizar una persona con diversidad funcional para acceder a los contenidos web.

- **Verificar la adecuación de contraste de los elementos textuales en las páginas web analizadas**

El segundo paso será evaluar en cada una de las páginas web de los miembros de la FIUC si los elementos textuales poseen el contraste mínimo recomendado en los estándares internacionales por el estamento W3C.

- **Analizar el cumplimiento del estándar internacional de accesibilidad WCAG 2.0 en las páginas web analizadas**

El tercer paso será evaluar el cumplimiento de las pautas de accesibilidad al contenido web en cada una de las páginas web de los miembros de la FIUC. Estas pautas son la guía hacia un diseño web global y accesible para todas las personas.

- **Comprobar si la variable geográfica *continente* influye en la accesibilidad web de las páginas web analizadas**

Por último y para complementar el estudio descriptivo a realizar, se pretende comparar los resultados obtenidos en el cumplimiento de las pautas de accesibilidad agrupando las páginas webs de los miembros de la FIUC según su ubicación geográfica por continente. El objetivo es determinar si esta variable influye en la accesibilidad web de las instituciones.

2. Desarrollar una aplicación para incrementar la accesibilidad web del conjunto de las instituciones analizadas

El desarrollo de una aplicación informática requiere un análisis de los requerimientos o especificaciones del software a implementar, etapas de diseño, desarrollo informático y pruebas del sistema. Para llevar a cabo este objetivo general se proponen los siguientes objetivos específicos:

- **Analizar las especificaciones de la aplicación**

La aplicación que se va a desarrollar debe localizar y presentar aquellas imágenes sin descripción alternativa a un usuario para que pueda aportar una descripción adecuada. Para ello se utilizará el modelo DOM que permite acceder a los objetos y propiedades de los elementos HTML. Además, la aplicación debe reelaborar el código fuente de la página web.

- **Diseñar la aplicación y comprobar su funcionamiento**

Este objetivo específico implica por una parte realizar el diseño del software y establecer la arquitectura general del sistema. Se desarrollarán todas las unidades de programas necesarias para que posteriormente funcionen como un conjunto. Por otra parte, se realizará un pilotaje y las pruebas del sistema para testear que responde a los requerimientos previamente establecidos.

- **Valorar el efecto de la aplicación**

Se realizará un segundo estudio de accesibilidad aplicando el software desarrollado en el conjunto de las webs de los miembros de la FIUC para verificar si se produce una mejora significativa en la accesibilidad web.

1.3. Estructura de la tesis doctoral

La presente investigación tiene como objeto analizar la accesibilidad web de los estamentos universitarios miembros de educación superior de la FIUC y realizar propuestas de mejora para reducir las dificultades de acceso que experimentan las personas con diversidad funcional durante la visita de la web. A continuación, se expone la estructura de la tesis doctoral.

PARTE A: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En primer lugar, se revisan los conceptos de accesibilidad web y las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web 2.0, el estándar internacional aceptado por la mayoría de los países. Esto ayuda a comprender la normativa que toda web debe cumplir para ser accesible (capítulo 2: Accesibilidad web).

En segundo lugar, se expone la relación de los productos de apoyo que utilizan las personas con diversidad funcional, así como las dificultades o barreras más habituales que pueden encontrar cuando visitan páginas web. El incumplimiento de la normativa sobre accesibilidad influye de manera diferencial según la diversidad funcional y los productos de apoyo que se usen para acceder al ordenador (capítulo 3: Diversidad funcional y barreras web).

En tercer lugar, se revisan los distintos métodos disponibles para la evaluación de accesibilidad web y algunas de las herramientas más utilizadas en este tipo de estudios (capítulo 4: Métodos de evaluación de la accesibilidad web).

La fundamentación teórica se completa con la revisión de la literatura de los estudios anteriores de accesibilidad web de estamentos gubernamentales, bibliotecas e instituciones de educación superior (capítulo 5: Estudios de accesibilidad web).

PARTE B: ESTUDIO DE ACCESIBILIDAD WEB Y DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA COMO PROPUESTA DE MEJORA PARA LA ACCESIBILIDAD

La parte B corresponde al informe del estudio de investigación realizado.

Las webs fueron analizadas utilizando herramientas automáticas de accesibilidad. En primer lugar se analizó la gramática HTML. En segundo lugar, el contraste de los elementos textuales y por último, se realizó un análisis en base al estándar internacional WCAG 2.0 (capítulo 6: Método).

Tras mostrar los resultados del análisis, se realizó un estudio descriptivo estadístico de la distribución de los errores de accesibilidad web en la población analizada. Para valorar el efecto de la variable geográfica se aplicaron pruebas no paramétricas de contraste de hipótesis, con el fin de estimar las diferencias observadas en los resultados por continente. A la luz de los resultados de este análisis se realizaron recomendaciones técnicas para reducir las dificultades de acceso a los contenidos web (capítulo 7: Resultados).

Con el fin de mejorar la accesibilidad de los sitios analizados se diseñó e implementó una aplicación informática. El desarrollo de la aplicación tuvo en cuenta los resultados del estudio realizado sobre los miembros de la FIUC. Para ello fue necesario elaborar un sistema basado en la estructura lógica de los documentos HTML y en las formas de acceso a la información contenida en ellos. La aplicación informática se diseñó y desarrolló pensando en su uso universal y, por tanto, podría aplicarse a cualquier sitio web. Para comprobar su funcionamiento, se realizó un pilotaje y las pruebas correspondientes. Además, se realizó un segundo estudio de accesibilidad de las webs

de la FIUC, con el fin de observar si la aplicación conseguiría cambios estadísticamente significativos para mejorar la accesibilidad web y apreciar el tamaño del efecto (capítulo 8: Desarrollo de aplicación).

Por último, se expone las conclusiones de las investigaciones llevadas a cabo, sus limitaciones, sus posibles repercusiones y futuras líneas de trabajo (capítulo 9. Conclusiones).

2

Accesibilidad Web

El objetivo del presente capítulo es realizar una revisión en los conceptos de accesibilidad web y componentes esenciales que intervienen en el acceso a contenidos web. Resulta imperativo tomar conciencia de la importancia de las WCAG en la Sociedad de la Información y del Conocimiento, sobre todo teniendo en cuenta la infinidad de contenidos web disponibles en Internet. Las WCAG se encargan de facilitar el acceso a los contenidos web a todas las personas, pues la web debe diseñarse y estructurarse de manera que resulte accesible al mayor número de personas posible.

La accesibilidad web está contemplada legislativamente en gran parte de los países. Sin embargo, la normativa, recomendaciones y legislación en materia de accesibilidad web varía en cada país. Las WCAG en su versión 2.0 son el estándar internacional aceptado en la mayoría de los países. Además, debe tenerse en cuenta que, el incumplimiento de esta norma supone la vulneración de los derechos fundamentales de las personas con discapacidad.

Tras poner de manifiesto la importancia de la accesibilidad web, el capítulo continúa con una revisión de los componentes esenciales que intervienen en la creación de contenidos accesibles. Se finaliza con la exposición de la estructura y organización de las pautas de accesibilidad web. Esta compleja normativa está organizada en base a cuatro principios fundamentales: Perceptible, Operable, Comprensible y Robusto. Estos

principios se encuentran estructurados en pautas y éstas, a su vez, en una serie de criterios de conformidad o puntos de verificación que deben cumplirse para conseguir una web accesible.

2.1. Accesibilidad web

La web está diseñada fundamentalmente para poder ser accedida y usada por todas las personas, independientemente de su localización geográfica, medios que se dispongan y condiciones y características personales. El W3C define la accesibilidad web como un acceso universal a la Web, independientemente del tipo de hardware, software, infraestructura de red, idioma, cultura, localización geográfica y capacidades de los usuarios (WAI, 2018a). Montero y Martín Fernández (2004) definen la accesibilidad web como el atributo de calidad que tiene un producto o servicio Web referido a la posibilidad de que pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, siendo indiferentes las limitaciones propias del individuo o aquellas derivadas del contexto cuando se utilice. En síntesis, lo que la accesibilidad web significa básicamente es que una persona con discapacidad pueda usar la web. Algunos autores lo concretan más específicamente afirmando que la accesibilidad consiste en que una persona con discapacidad pueda percibir, entender e interactuar con la web (Rutter et al., 2006).

Las páginas, herramientas y tecnologías web que se desarrollan deben poder ser utilizadas por las personas con discapacidad sin ningún tipo de limitación, concretamente la WAI establece que las personas deben poder:

- Percibir, entender, navegar e interactuar con el contenido web
- Contribuir a la web

Sin embargo, estudios anteriores señalan que son muy pocos los diseñadores y desarrolladores de contenido que tienen en cuenta la accesibilidad web y las necesidades

de las personas con discapacidad a la hora de diseñar un sitio web (Henry, 2007; Jaeger y Bowman, 2005). Como resultado se generan situaciones en las que los espacios virtuales resultan inaccesibles para las personas con discapacidad, es por ello, que las webs deben ser accesibles logrando una equidad de derechos fundamentales y oportunidades para individuos con distintas habilidades.

Para preservar los derechos de las personas con discapacidad, la WAI elaboró las pautas de accesibilidad al contenido web. Estas pautas están consideradas un estándar internacional siendo en determinados países, como por ejemplo España, exigido por ley para las administraciones públicas, para sitios web financiados total o parcialmente con fondos públicos y para las páginas de grandes empresas como establece la norma UNE 139803 (AENOR, 2012). En la Tabla 2.1 pueden observarse diferentes recomendaciones, políticas y/o leyes en materia de accesibilidad web de distintos países (WAI, 2018b).

Tabla 2.1 Legislación en materia de accesibilidad web

País	Nombre	Fecha
Australia	Procurement Standard Guidance	2016
Canadá	Policy on Communications and Federal Identity	2016
China	Voluntary Web Accessibility Standard	2008
Dinamarca	Agreement on the use of open standards for software in the public sector	2007
Finlandia	Act on Electronic Services and Communication in the Public Sector	2003
Francia	Order of 29 April 2015 on the general accessibility framework for public administrations	2015
Alemania	Federal Ordinance on Barrier-Free Information Technology	2011

Tabla 2.1 continúa de la página anterior

País	Nombre	Fecha
India	Rights of Persons with Disabilities Act, 2016 (RPD)	2016
Irlanda	Equal Status Acts 2000 to 2004	2004
Israel	Equal Rights of Persons with Disabilities Act, as amended	1998
Italia	Law 9 January 2004, n. 4 “Provisions to support the access of disabled people to IT tools” (Stanca Law)	2004
Reino Unido	Equality Act 2010	2010
Estados Unidos	Section 508 of the US Rehabilitation Act of 1973, as amended	1998
Estados Unidos	Americans with Disabilities Act of 1990 (ADA), as amended	2009

El artículo 9 de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad versa únicamente de accesibilidad y recoge en sus apartados 1 y 2 que los Estados Partes adoptarán medidas pertinentes para asegurar un acceso a las TIC de las personas con discapacidad en igualdad de condiciones, incluida Internet. El artículo 21, sobre la Libertad de expresión, de opinión y de acceso a la información, conviene que los Estados Partes adoptarán todas las medidas pertinentes para facilitar el acceso a la información a las personas con discapacidad, en formatos accesibles y con las tecnologías adecuadas a los diferentes tipos de discapacidad, información dirigida al público en general, de manera oportuna y sin costo adicional. En lo relativo a la educación, en el artículo 24.5 se estipula que los Estados Partes asegurarán que las personas con discapacidad tengan un acceso a la educación superior, sin discriminación alguna y en igualdad de

condiciones con las demás (Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, 2019).

Por todas estas razones los programadores de contenidos web deben proporcionar el acceso a la información y las TIC a las personas con discapacidad de manera imperativa. La web no puede ni debe ser considerada una barrera, únicamente es una solución para las personas con o sin discapacidad. Para poder alcanzar este concepto, resulta necesario que se tengan en cuenta los conceptos básicos de accesibilidad en los diseños web, salvaguardando de esta manera los derechos fundamentales de las personas y ofreciendo de manera equitativa las mismas oportunidades.

2.2. Componentes esenciales

Para conseguir que una web sea accesible para una persona con discapacidad varios componentes pertenecientes al desarrollo web deben interactuar de manera conjunta (WAI, 2018c):

- Contenido: La información contenida en la web: textos, imágenes, sonidos o simplemente el código fuente HTML
- Agentes de usuario: Navegadores web y reproductores multimedia
- *Assistive technology*¹: lectores de pantalla, teclados y ratones adaptados
- Experiencia del usuario usando la web
- Desarrolladores: Diseñadores, desarrolladores de contenido
- Herramientas de autor: software que permite crear contenidos web

¹Término reconocido en España como producto de apoyo o tecnologías de asistencia. Estos productos de apoyo se estudiarán en el capítulo 3

- Herramientas de evaluación: Herramientas de evaluación de la accesibilidad, validadores de código fuente, etc.

Los desarrolladores utilizan herramientas de autor para generar contenidos y herramientas de evaluación para validarlos mientras que los usuarios emplean navegadores web y productos de apoyo (si fuera necesario) para poder acceder a los mismos. La Figura 2.1 muestra la relación de los componentes de la accesibilidad web.

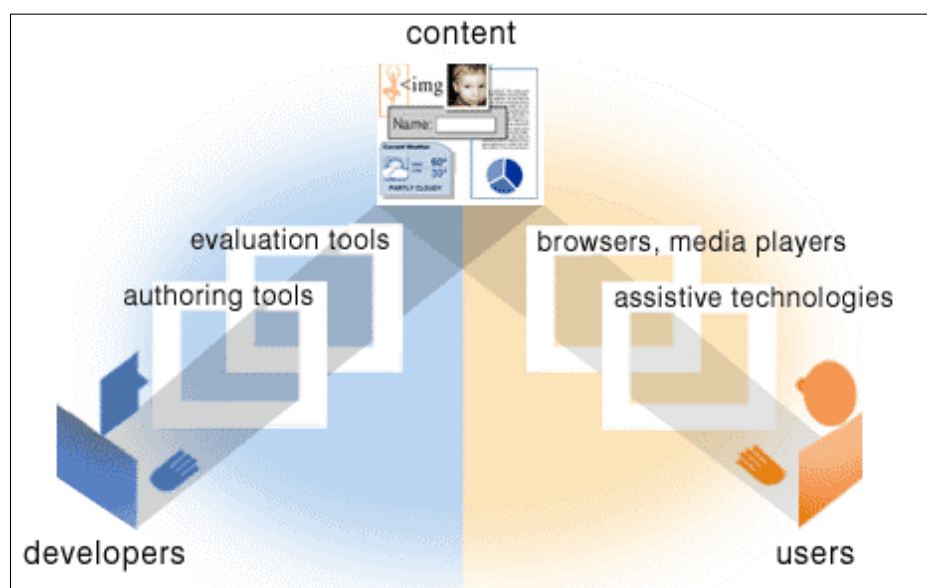


Figura 2.1 Componentes de accesibilidad relacionándose entre sí. Fuente: Image by Michael Duffy, from: Essential Components of Web Accessibility. S.L. Henry, ed. Copyright W3C © (MIT, ERCIM, Keio, Beihang). www.w3.org/WAI/intro/components.php

En el caso de que alguno de estos componentes se implemente de manera inadecuada o no interactúe con el resto con cierta armonía, la accesibilidad web disminuirá, resultando en algunos casos imposible para un usuario con discapacidad poder visitar la web. La WAI establece pautas para estos componentes pertenecientes al desarrollo de la web accesible. Dichas pautas son:

- Pautas de Accesibilidad del Contenido Web
- Pautas de Accesibilidad para las Herramientas de Autor (ATAG)

- Pautas de Accesibilidad para Aplicaciones de Usuario (UAAG)

La Figura 2.2 muestra un esquema de la relación entre los componentes y las pautas de accesibilidad establecidas por la WAI.

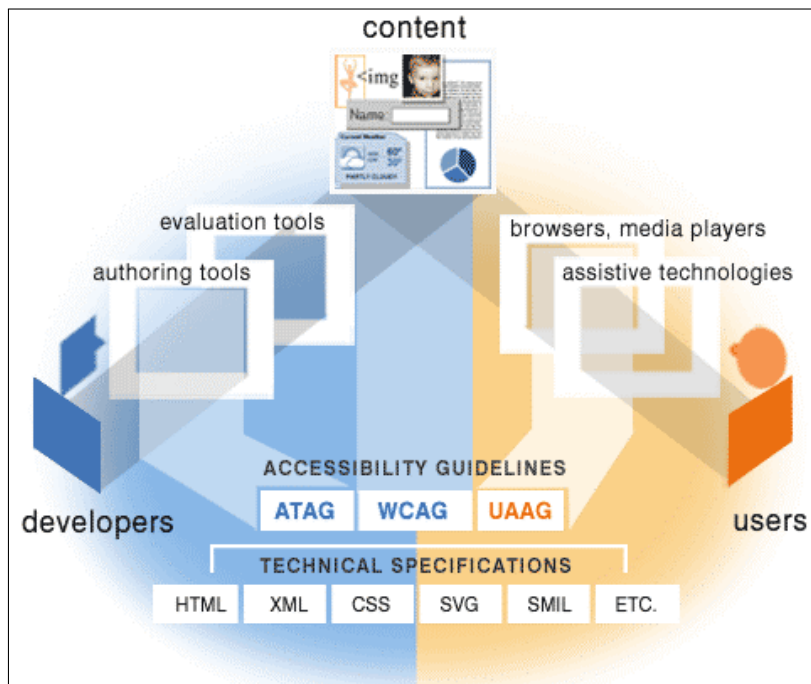


Figura 2.2 Relación entre los componentes y pautas de accesibilidad del contenido web. Fuente:Image by Michael Duffy, from: Essential Components of Web Accessibility. S.L. Henry, ed. Copyright W3C ® (MIT, ERCIM, Keio, Beihang). www.w3.org/WAI/intro/components.php

2.3. Organización de las WCAG 2.0

Las pautas de accesibilidad al contenido web proporcionan las guías y requisitos necesarios para crear contenido web más accesible a las personas con discapacidad (WAI, 2018c). Las WCAG 2.0 se basan en cuatro principios fundamentales (WAI, 2018a) que se exponen a continuación:

- **Perceptible:** según este principio la información y los componentes de la interfaz de usuario de la web, deben ser presentados a los usuarios de modo que ellos puedan percibirlos
- **Operable:** los componentes web que forman parte de la interfaz y la navegación deben poder ser manejados por usuarios con distintas habilidades y diferentes capacidades
- **Comprensible:** tanto la información presentada como el manejo de la interfaz de usuario debe ser fácilmente comprensible
- **Robusto:** el contenido debe ser lo suficientemente robusto para que pueda ser interpretado por una amplia variedad de agentes de usuario, incluyendo los productos de apoyo

Cada principio está formado por un número variable de pautas que, a su vez, contienen una serie de criterios de conformidad o puntos de verificación que deben cumplirse para lograr que el contenido web sea más accesible. En la Figura 2.3 se observa un esquema mucho más detallado de las WCAG 2.0 que engloba los principios, pautas y criterios de conformidad.

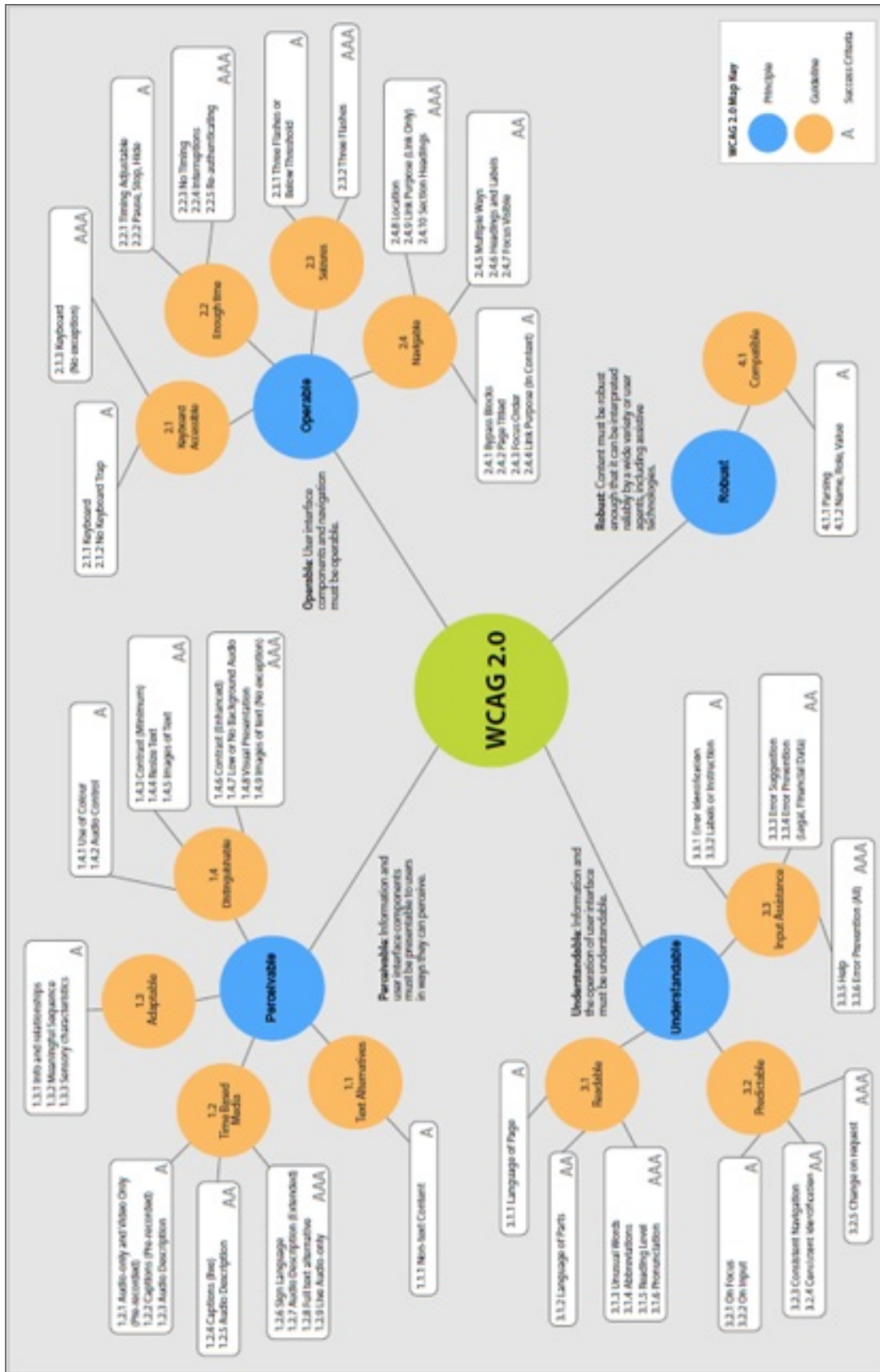


Figura 2.3 Mapa de las WCAG 2.0. Fuente:Stamford Interactive (Stamford Interactive, 2012)

2.3.1. Principios y Pautas de las WCAG 2.0

Utilizando la traducción oficial de la documentación del W3C elaborada por el Seminario Iberoamericano sobre Diversidad y Accesibilidad en la Red (SIDAR, 2010), en el presente epígrafe se describen las pautas pertenecientes a cada principio.

2.3.1.1. Perceptible

La información y los componentes de la interfaz de usuario deben estar disponibles principalmente para los sentidos de la vista y la audición a través del navegador o mediante productos de apoyo como lectores y/o magnificadores de pantalla.

En la Figura 2.4 se observan las pautas pertenecientes al principio Perceptible.

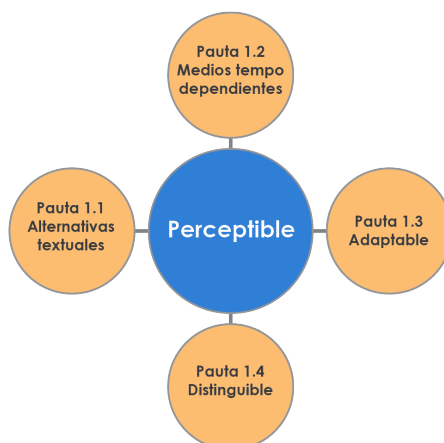


Figura 2.4 Pautas pertenecientes al principio Perceptible. Fuente: Elaboración propia

2.3.1.1.1. Alternativas textuales

Las alternativas textuales son equivalentes para contenido no textual. El W3C establece que debe proporcionarse:

- Textos cortos para imágenes, incluidos iconos, botones y gráficos
- Descripción de los datos representados en tablas, diagramas e ilustraciones

- Breves descripciones de contenido no textual como archivos de audio y video
- Etiquetas para controles de formulario y otros componentes de la interfaz de usuario

2.3.1.1.2. Medios tiempo dependientes

Las personas con dificultades para escuchar audio o visualizar vídeo necesitan alternativas para hacer accesible ese contenido. Por tanto, deben facilitarse:

- Transcripciones de texto y subtítulos para contenido de audio
- Descripciones de audios
- Uso de lenguaje de señas del contenido de audio
- Transcripciones de texto de cualquier información auditiva o visual

2.3.1.1.3. Adaptable

Es necesario que el contenido se presente de diferentes maneras por ello debe diseñarse una web que permita a los usuarios cambiar la presentación del contenido. Los requisitos necesarios para el cumplimiento de esta pauta son:

- Un marcado adecuado de encabezados, listas, tablas y otras estructuras en el contenido
- La información es independiente de cualquier presentación
- Los navegadores y los productos de apoyo proporcionan mecanismos que permitan personalizar la presentación

El cumplimiento de estas guías permite que el contenido se lea correctamente en voz alta, se amplíe o se adapte para satisfacer las necesidades y preferencias de las personas.

2.3.1.1.4. Distinguible

Distinguir el contenido resulta imprescindible para cualquier usuario.

Para conseguir un contenido accesible y distinguible el W3C establece que:

- El color no se utiliza como la única forma de transmitir información
- La presentación visual de texto e imágenes de texto debe tener suficiente contraste
- El texto puede redimensionarse hasta un 200% sin perder información, utilizando un navegador estándar
- Las imágenes de texto son redimensionables, recomendando ser reemplazadas por texto real en el caso de que sea posible
- Los usuarios pueden pausar, detener o ajustar el volumen de audio que se reproduce en un sitio web
- Para evitar interferencias o distracciones, el audio de fondo es bajo o se puede desactivar

2.3.1.2. Operable

Los usuarios deben poder manejar componentes de la interfaz y de navegación mediante el ratón, teclado o cualquier tecnología de apoyo. Se debe proporcionar el tiempo suficiente para leer y manejar los contenidos web, evitar efectos como parpadeos y proporcionar ayudas en la navegación.

En la Figura 2.5 se observan las pautas pertenecientes al principio Operable.

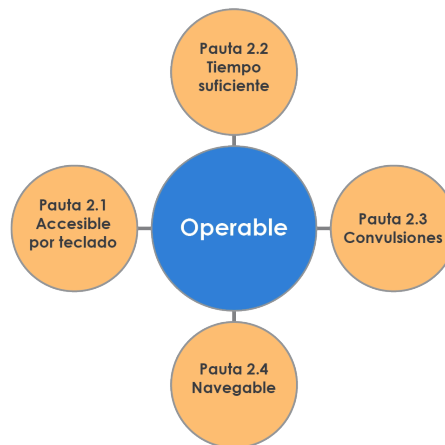


Figura 2.5 Pautas pertenecientes al principio Operable. Fuente: Elaboración propia

2.3.1.2.1. Accesible por teclado

Muchas personas no utilizan el ratón para interactuar con la web, utilizan el teclado. Resulta necesario proporcionar un acceso a todas las funciones de la web, incluidos los controles de formulario, la entrada y otros componentes de la interfaz de usuario mediante el teclado. La accesibilidad del teclado incluye:

- Todas las funciones que están disponibles con el mouse también están disponibles con el teclado
- El foco del teclado no queda atrapado en ninguna parte del contenido
- Los navegadores web y las herramientas de creación de contenidos proporcionan esta compatibilidad con el teclado

2.3.1.2.2. Tiempo suficiente

Debe proporcionarse a los usuarios el tiempo suficiente para leer y usar el contenido, pues algunas personas necesitarán más tiempo que otras para leer y usar el contenido. Algunos ejemplos para cumplir con la pauta tiempo suficiente son:

- Proporcionar alternativas para detener, ampliar o ajustar los límites de tiempo

- Pausar, detener u ocultar el contenido que se mueva, parpadee o que contenga movimiento
- Posponer o suprimir interrupciones
- Volver a autenticar cuando una sesión caduca sin perder datos

2.3.1.2.3. Convulsiones

Debe evitarse contenido con parpadeos, pues a ciertas velocidades o patrones puede causar reacciones fotosensibles, incluidas las convulsiones. Idealmente debe evitarse el contenido intermitente.

2.3.1.2.4. Navegable

Cumplir las recomendaciones de esta pauta ayuda a las personas a navegar por las páginas web de diferentes maneras, según sus propias necesidades y preferencias particulares. Los contenidos web incluyen:

- Páginas con títulos claros y están organizadas utilizando encabezados de manera lógica
- Existen varias formas de encontrar páginas relevantes dentro de un conjunto de páginas web
- Se informa a los usuarios sobre su ubicación actual dentro de un conjunto de páginas relacionadas
- Existen maneras de omitir bloques de contenido que se repiten en varias páginas
- El foco del teclado es visible y su orden sigue una secuencia ordenada, lógica y significativa
- De manera clara se evidencia el propósito de los enlaces

2.3.1.3. Comprensible

La información contenida y el manejo de la interfaz debe ser claro evitando confusiones y ambigüedades de cualquier tipo. En la Figura 2.6 se muestran las pautas pertenecientes al Principio Comprensible.

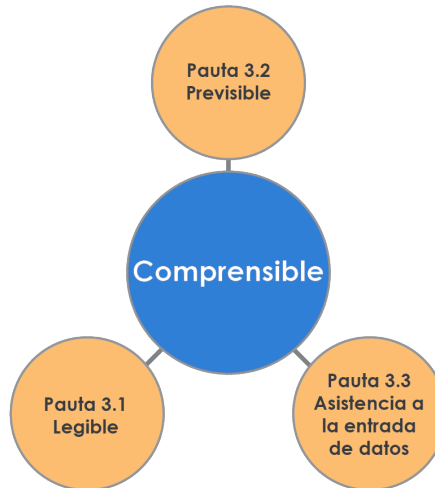


Figura 2.6 Pautas pertenecientes al principio Comprensible. Fuente: Elaboración propia

2.3.1.3.1. Legible

Los creadores de contenido deben asegurarse de que los textos sean legibles y comprensibles para el mayor número de personas posible. El W3C establece los siguientes requisitos para cumplir con esta pauta:

- Identificar el idioma del documento
- Identificar el idioma de los textos, frases u otras partes de una página web
- Proporcionar definiciones para cualquier palabra inusual, frases, expresiones idiomáticas y abreviaturas
- Usar el lenguaje más claro y simple posible

El cumplimiento de esta pauta ayuda a los productos de apoyo como los lectores de pantalla a procesar y leer el texto correctamente. También facilita la comprensión de los contenidos a personas con dificultades para entender oraciones, frases y vocabulario complejo, en particular ayuda a personas con diferentes tipos de discapacidades cognitivas.

2.3.1.3.2. Previsible

La mayoría de las personas esperan encontrar interfaces de usuario predecibles, en caso de encontrar una apariencia o comportamiento de la web inconsistente, pueden desorientarse. Entre los requisitos para conseguir un contenido más previsible se encuentran:

- Proporcionar mecanismos de navegación que se repitan en todas las páginas, ubicándolos, además, en el mismo lugar
- Los componentes de la interfaz de usuario que se repiten tienen las mismas etiquetas cada vez
- Los cambios significativos en una página web no se producen sin el consentimiento del usuario

2.3.1.3.3. Asistencia a la entrada de datos

Esta pauta se encarga de ayudar a los usuarios a evitar y corregir errores. Los formularios de las páginas web y otras interacciones con la web pueden resultar confusas o difíciles de usar para muchas personas, y por tanto es muy probable que se cometan errores.

Algunos mecanismos para ayudar a los usuarios a evitar y corregir errores incluyen:

- Aportar instrucciones descriptivas, mensajes de error y sugerencias de corrección

- Ofrecer un contexto que ayude a realizar funcionalidades e interacciones complejas
- Ofrecer oportunidad de revisar o corregir envíos si es necesario

2.3.1.4. Robusto

Cualquier tipo de tecnología asistencial o productos de apoyo podrá acceder e interactuar con los contenidos. En la Figura 2.7 se observan las pautas pertenecientes al Principio Robusto.

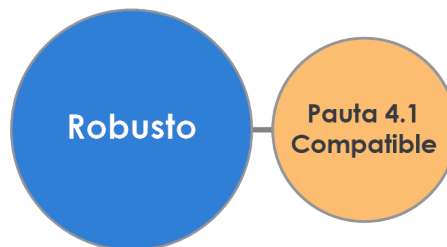


Figura 2.7 Pautas pertenecientes al principio Robusto. Fuente: Elaboración propia

2.3.1.4.1. Compatible

El contenido robusto debe ser compatible con diferentes navegadores, productos de apoyo y otros agentes de usuario. Para conseguir esta compatibilidad el W3C establece como requisitos:

- Asegurar un código fuente libre de errores
- Proporcionar un nombre, función y valor para componentes de interfaz de usuario que no sean estándar

El cumplimiento de esta pauta ayuda a maximizar la compatibilidad con los productos de apoyo permitiendo que éstos procesen el contenido de manera confiable.

2.3.2. Criterios de conformidad

Los criterios de conformidad (W3C, 2008) pueden clasificarse en tres niveles según su grado de importancia o prioridad:

- A: el más bajo. Es el requerimiento mínimo de accesibilidad, debe cumplirse. Se le asigna la prioridad 1
- AA: nivel medio. Debería ser cumplido, pues de lo contrario ciertos grupos de usuarios tendrían dificultades de acceso. Se le asigna la prioridad 2
- AAA: el más alto. Debería ser cumplido, pues de lo contrario un grupo más reducido de grupos de usuarios tendrían dificultades de acceso. Se le asigna la prioridad 3

Todos los criterios de conformidad son importantes, el nivel A es el requisito mínimo que toda web debería cumplir, mientras que los niveles más altos mejoran la usabilidad del sitio aumentando el número de usuarios de la web. Existen 571 técnicas para implementar adecuadamente estos criterios de conformidad lo que refleja la notable complejidad de las pautas de accesibilidad al contenido web. A modo de ejemplo, el criterio de conformidad Proporcionar alternativas textuales para el contenido no textual tiene asociada una prioridad A pues es un requerimiento de obligado cumplimiento en cualquier web. En cambio, el criterio de conformidad Transcripción en lengua de signos en vídeos tiene asociada una prioridad AAA y caso de cumplirse facilitaría la accesibilidad de contenidos a usuarios con discapacidad auditiva. En la Figura 2.8 muestra un esquema que engloba los principios, pautas, criterios de conformidad y prioridad de las WCAG 2.0.

PRINCIPIOS	PAUTAS	NIVEL A	NIVEL AA	NIVEL AAA
PERCEPTIBLE	1.1 Alternativas textuales	1.1.1		
	1.2 Medios tiempo dependientes	1.2.1 - 1.2.3	1.2.4 - 1.2.5	1.2.6 - 1.2.9
	1.3 Adapatable	1.3.1 - 1.3.3		
	1.4 Distinguible	1.4.1 - 1.4.2	1.4.3 - 1.4.5	1.4.6 - 1.4.9
OPERABLE	2.1 Accesible por teclado	2.1.1 - 2.1.2		2.1.3
	2.2 Tiempo suficiente	2.2.1 - 2.2.2		2.2.3 - 2.2.5
	2.3 Convulsiones	2.3.1.		2.3.2
	2.4 Navegable	2.4.1 - 2.4.4	2.4.5 - 2.4.7	2.4.8 - 2.4.10
COMPRENSIBLE	3.1 Legible	3.1.1	3.1.2	3.1.3 - 3.1.6
	3.2 Previsible	3.2.1 - 3.2.2	3.2.3 - 3.2.4	3.2.5
	3.3 Asistencia a la entrada de datos	3.3.1 - 3.2.2	3.3.3 - 3.3.4	3.3.5 - 3.3.6
ROBUSTO	4.1 Compatible	4.1.1 - 4.1.2		

Figura 2.8 Esquema resumen de las WCAG 2.0. Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Conformidad de la web

En función del grado de cumplimiento de los criterios de conformidad es posible otorgar un nivel de adecuación o conformidad a una página web (W3C, 2016). Existen tres niveles de conformidad:

- Nivel A: Se cumplen con éxito los puntos de verificación con prioridad 1
- Nivel AA: Se cumplen con éxito los puntos de verificación con prioridad 1 y 2
- Nivel AAA: Se cumplen con éxito los puntos de verificación con prioridad 1, 2 y 3

De esta manera cuanto más alto sea el nivel de adecuación o de conformidad de una página web, los contenidos serán más accesibles y por lo tanto más usables para un mayor número de personas.

3

Diversidad funcional y barreras web

Los mayores y/o las personas con discapacidad pueden emplear productos de apoyo para acceder a los contenidos web como teclados o ratones alternativos, además pueden utilizar la combinación de diferente instrumentación, software o hardware perfectamente adaptable y configurable en base a sus propias necesidades. Resulta necesario resaltar la importancia y el conocimiento de este tipo de tecnologías pues la mayoría de los estudiantes con discapacidad las utilizan para acceder a los contenidos y recursos de las plataformas web educativas.

Las personas ciegas o con baja visión utilizan software específico para interactuar con la web, son los llamados lectores de pantalla. Estos programas transforman los contenidos de la web en voz, por tanto los administradores de las webs o generadores de contenido deben aportar una descripción alternativa a imágenes o elementos multimedia. Debe tenerse en cuenta que las personas con dificultades motoras pueden emplear únicamente el teclado para interactuar con la web, por ello la web debe resultar accesible por teclado. Inicialmente el capítulo describe algunos tipos de productos de apoyo que utiliza una persona mayor y/o con discapacidad y su relación e interacción con las páginas web. Los desarrolladores de contenidos deben tener en cuenta que la web puede percibirse y presentarse de diferentes modos y que sus usuarios pueden interactuar con ella de distintas maneras. Las webs deberían ofrecer contenido textual

alternativo como subtítulos y transcripciones para vídeos, sonidos y presentaciones multimedia que resultan fundamentales para una persona con diversidad funcional auditiva. La experiencia de las personas con diversidad funcional intelectual visitando una web puede verse perjudicada por una estructura poco lógica o desorganizada de la misma. Las personas mayores pueden sufrir dificultades de acceso al contenido web de la misma manera que un usuario con cualquier tipo de discapacidad. El capítulo finaliza mostrando las dificultades o barreras web más habituales con las que se encuentra una persona con diversidad funcional a la hora de visitar una web en caso de no haber tenido en cuenta los principios fundamentales de la accesibilidad web.

3.1. Productos de apoyo

Las personas con diversidad funcional interactúan con la web dependiendo de sus propias necesidades y preferencias. Los mayores y/o las personas con discapacidad acceden y navegan por Internet pudiendo utilizar dispositivos como teclados o ratones alternativos, además pueden utilizar la combinación de diferente instrumentación, software o hardware perfectamente adaptable y configurable en base a sus propias necesidades. Cada persona es única y utiliza determinados productos de apoyo o combinación de varios de ellos para acceder a Internet. Durante las últimas décadas el desarrollo y evolución de los productos de apoyo ha experimentado un crecimiento exponencial a la par que las nuevas tecnologías. La base de datos del Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CEAPAT) recopila información sobre más de 3600 productos de apoyo (CEAPAT, 2018). En el ámbito internacional, la Red Europea de Información en Productos de Apoyo (EASTIN) contiene más de 9000 productos de apoyo destinados a favorecer la interacción con el contenido web (EASTIN, 2018).

Estos dispositivos facilitan las actividades de la vida diaria de las personas con discapacidad, la comunicación, la educación, el empleo etc., resumiendo, la participación plena en la sociedad. El término producto de apoyo se encuentra totalmente reconocido en España, sin embargo, en la mayoría de países es conocido por tecnologías de asistencia, *assistive products* o *assistive technologies* en los países de habla no hispana. Una definición comúnmente utilizada para definir este conjunto de tecnologías es la recogida en *The Assistive Technology Act of 2004* que las define como cualquier artículo, pieza de equipo o sistema de producto, ya sea adquirido comercialmente, modificado o personalizado, que se use para aumentar, mantener o mejorar las capacidades funcionales de las personas con discapacidades. La Organización Mundial de la Salud (OMS) las define como aquellos dispositivos y tecnologías de asistencia cuyo objetivo principal es mantener o mejorar el funcionamiento y la independencia de un individuo para facilitar la participación y mejorar el bienestar general (OMS, 2017). Podemos encontrar otras definiciones de productos de apoyo en la Norma UNE-EN 9999:2012 (Norma anulada por UNE-EN ISO 9999:2017) sobre clasificación y terminología de Productos de Apoyo para personas con discapacidad. Esta norma los define como cualquier producto que haya sido fabricado específicamente o que ya exista y que se utilice para personas con discapacidad con el fin de:

- Facilitar su participación
- Proteger, apoyar, entrenar, medir o sustituir funciones/estructuras corporales y actividades
- Prevenir deficiencias, limitaciones en la actividad o restricciones en su participación

Los productos de apoyo pueden ser utilizados por personas de todas las edades, cualquier tipo de discapacidad y/o limitación en periodos cortos o largos de tiempo (de Witte,

Steel, Gupta, Ramos y Roentgen, 2018). Su ausencia puede provocar un aislamiento y deterioro funcional, así como del grado de discapacidad en la persona. La OMS estima que más de mil millones de personas, personas mayores y personas con discapacidad, necesitan uno o más productos de apoyo y que en el año 2050 serán dos mil millones de personas las que necesitarán este tipo de tecnologías (OMS, USAID y Alliance, 2016).

3.2. Interacción con la Web

Según la WAI (WAI, 2018d) algunas de las prácticas más comunes que emplean las personas con diversidad funcional para interactuar con el contenido web son el uso de:

- Productos de apoyo: software y hardware como lectores de pantalla que leen los textos en voz alta de las páginas web, magnificadores de pantalla para personas con diversidad funcional visual, teclados y ratones alternativos o software de reconocimiento de voz.
- Estrategias adaptativas: técnicas como aumentar el tamaño del texto, reducir la velocidad del mouse y/o activar los subtítulos.

Los desarrolladores de contenidos deben tener en cuenta que la web puede percibirse y presentarse de diferentes modos y que sus usuarios pueden interactuar con ella de distintas maneras. Algunos ejemplos de esta interacción podrían ser la percepción y presentación de contenidos web, la entrada de datos y la navegación y búsqueda en el sitio web. Además, deben apoyar esta interacción mediante una codificación adecuada del sitio web.

3.2.1. Percepción

Algunas personas no ven la pantalla ni escuchan el audio, por estos motivos necesitan convertir el contenido de una forma a otra para poder percibirlo. En ocasiones, las personas con dislexia pueden necesitar escuchar y leer los textos a la vez para mejorar la comprensión de los mismos (WAI, 2018d). Algunos ejemplos de productos de apoyo capaces de realizar la conversión del contenido web podrían ser los lectores de pantalla y los navegadores.

3.2.1.1. Lectores de pantalla

Los lectores de pantalla son programas de ordenador que permiten la lectura de la pantalla del dispositivo a las personas con diversidad funcional visual gracias a un sintetizador de voz. Este tipo de software constituye la interfaz entre el sistema operativo y el usuario. Son capaces de transformar el contenido de la pantalla en sonido o braille, evitando que el usuario tenga ninguna necesidad de verla. La American Foundation for the Blind proporciona información valiosa sobre su funcionamiento y diversas funciones específicas de cada lector de pantalla. El usuario interactúa con el ordenador mediante el teclado o bien con una pantalla braille, además este software permite realizar funciones simples como deletrear o buscar una palabra, leer una línea, encontrar una cadena de texto o realizar funciones complejas como encontrar texto con un color específico o leer únicamente ciertas partes de la pantalla (American Foundation for the Blind, 2018). Los lectores de pantalla leerán el texto alternativo de las imágenes si el atributo alt de las imágenes se encuentra presente y las ignorarán caso de que no exista, aunque esta última opción es configurable (WebAIM, 2017a). Debe tenerse en cuenta que si no se proporcionan equivalencias de texto para imágenes que son enlaces, las personas que usan lectores de pantalla o navegadores de texto no podrán entender los enlaces de la página mientras navegan (Rutter et al., 2006). Pueden ser utilizados

por personas con ciertas discapacidades cognitivas o de aprendizaje, o usuarios que simplemente prefieren el contenido de audio sobre el de texto. Existen diferentes alternativas para cada sistema operativo y dispositivo, algunas de las aplicaciones más conocidas son Orca, Job Access With Speech (JAWS), NVDA o Voiceover.

WebAIM ha realizado varios estudios en la última década sobre las preferencias de los usuarios que utilizan lectores de pantalla (WebAIM, 2017b). Podemos ver la tendencia histórica de uso de estas herramientas en la Figura 3.1.

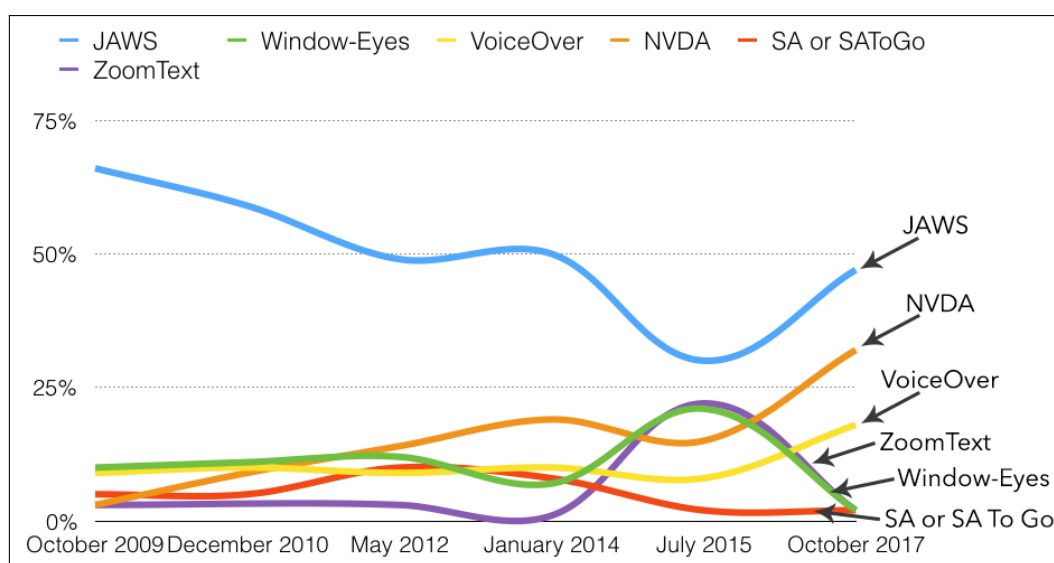


Figura 3.1 Tendencia histórica de uso de los lectores de pantalla. Fuente: (WebAIM, 2017b)

3.2.1.2. Navegadores

Existen navegadores alternativos a los convencionales (Internet Explorer, Firefox o Chrome) como por ejemplo Lynx (Dickey, 2018) o WebbIE (King, 2016) son capaces de transformar el contenido web ofreciendo al usuario versiones únicamente textuales facilitando la interacción con los lectores de pantalla. En la Figura 3.2 se muestra la visualización de una página web en el navegador WebbIE.

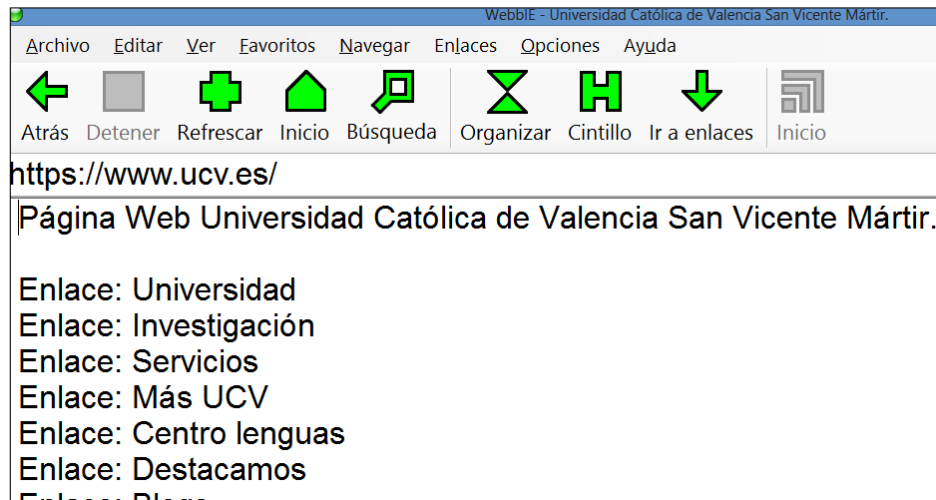


Figura 3.2 Navegador WebbIE. Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Presentación

Los individuos ajustan la presentación de la web de tal manera que les resulte más fácil distinguir y entender los contenidos. Algunas personas necesitan ajustar el tamaño y tipo de la fuente, los colores, el espaciado y el ancho de línea para poder leer los textos. En ocasiones, los usuarios pueden necesitar un mayor contraste entre los textos y los colores de fondo para poder distinguir el contenido. Todo ello implica que los usuarios puedan cambiar la apariencia visual de las webs o utilizar otras opciones como la transformación de texto a voz, pues en ocasiones es una ayuda para la lectura (WAI, 2018d). A menudo estas adaptaciones se administran utilizando productos de apoyo específicos sin embargo, los autores de los sitios web deben proporcionar una codificación adecuada para apoyarlas. Algunos ejemplos de productos de apoyo encargados de realizar estas adaptaciones son los magnificadores de pantalla y ciertas aplicaciones y extensiones de navegadores.

3.2.2.1. Magnificadores de pantalla

Un magnificador de pantalla es un software instalado en el dispositivo que permite invertir los colores, ampliar la pantalla, o modificar el número de aumentos facilitando el acceso a un usuario con problemas de visión. Entre los más conocidos podríamos destacar Virtual Magnifying Glass (Free Software Foundation, 2011) o MAGic Screen Magnification Software (Freedom Scientific, 2018).

En la Figura 3.3 muestra la captura de pantalla del programa Virtual Magnifying Glass.



Figura 3.3 Virtual Magnifying Glass. Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2. Aplicaciones y extensiones de navegadores

Existen aplicaciones web o extensiones de navegadores que pueden facilitar el acceso o presentar los contenidos web de distintas maneras. Es posible variar la combinación de colores que presentan las páginas para que los contenidos sean más fáciles de leer. Además, cada aplicación posee sus propias funciones como por ejemplo ajustar el contraste cromático, intercambiar blancos y negros o eliminar todos los colores. En la Figura 3.4 se observa la visualización de una página web en alto contraste proporcionada por la extensión Alto contraste (Google accessibility, 2016).



Figura 3.4 Extensión Alto Contraste del navegador Chrome. Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Entrada de datos

Las personas utilizan diferentes métodos para introducir textos y/o activar comandos del ordenador o de la web. Algunos usuarios usan configuraciones específicas del teclado y/o el mouse, o bien utilizan hardware y software alternativos, además en caso de que el usuario no pueda acceder a un teclado o un ratón físico, es posible utilizar otros denominados virtuales. En algunos casos, emplean software de predicción de palabras para ayudar a completarlas, programas para ayudar a hacer clic, seleccionar texto y desplazarse con un movimiento mínimo. La entrada de datos también puede realizarse utilizando programas de reconocimiento de voz y sistemas de control por la mirada (WAI, 2018d). Algunos ejemplos de productos de apoyo que facilitan la entrada de datos podrían ser los teclados y ratones alternativos, conmutadores, software de reconocimiento de voz y sistemas de control por la mirada.

3.2.3.1. Teclados y ratones alternativos

Se trata de hardware o software que facilitan la interacción con el ordenador, son utilizados principalmente por personas con discapacidades físicas y cognitivas. Han

sido fabricados o elaborados teniendo en cuenta las necesidades del usuario y cada uno de ellos tiene diferentes características. En la Figura 3.5 muestra diferentes tipos de teclados alternativos.



Figura 3.5 Ejemplos de teclados alternativos. Fuente: Reelaboración a partir de (Máñez y Fernández, 2016)

3.2.3.2. Conmutadores

Los conmutadores son también conocidos como *switch* y/o pulsadores. Se trata de dispositivos que conectados al ordenador o ratón, permiten activar programas de barrido mediante la acción de una parte del cuerpo en la que exista un control voluntario del movimiento del usuario (Abril, Delgado y Vigara, 2010). Se conectan generalmente a ratones y su finalidad es emular alguna de sus funciones (clic, doble clic o arrastrar). La variedad de dispositivos es muy amplia, con diferentes métodos de accionamiento. Existen conmutadores que pueden activarse con el pie, el movimiento de la lengua o mediante un soplo o aspiración.

La Figura 3.6 muestra diferentes tipos de conmutadores.



Figura 3.6 Tipología de conmutadores. Fuente: Reelaboración a partir de (Máñez y Cervera, 2016)

3.2.3.3. Acceso por Pantalla Táctil

La tecnología ha permitido notables avances en el desarrollo de las pantallas táctiles, así como de las funcionalidades que incluyen. El mercado ofrece dispositivos que permiten manejar el ratón y el software instalado utilizando simplemente la pulsación de la pantalla.

3.2.3.4. Sistemas de reconocimiento de voz

Los programas de reconocimiento de voz permiten al usuario manejar el ordenador mediante comandos de voz, el usuario debe tener un habla sin alteraciones y realizar un entrenamiento previo con el programa.

3.2.3.5. Dispositivos de control por la mirada

Se trata de dispositivos que utilizan cámaras o receptores que evalúan el comportamiento ocular, desplazando el cursor hasta la posición deseada por la mirada. El modo de realizar los distintos clics y funciones del ratón es variable en cada dispositivo, puede

realizarse por parpadeo, latencia (manteniendo el puntero del ratón un espacio breve de tiempo) o bien mediante conmutadores externos (Abril, Gil y Sebastián, 2013).

La Figura 3.7 muestra el manejo del dispositivo Tobii (Tobii AB, 2018) con el movimiento ocular.

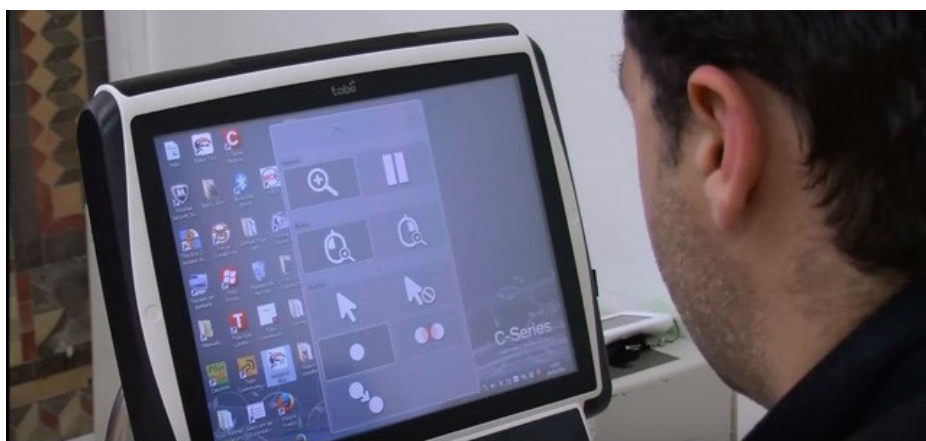


Figura 3.7 Usuario utilizando Tobii con el movimiento ocular. Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Navegación y búsqueda

Una persona que visita por primera vez un sitio web necesita pautas y una mayor claridad en la interacción que un usuario experto en dicha web. El uso de la web en un dispositivo móvil puede requerir indicaciones más destacadas que el uso de la misma web en un ordenador personal. Estos aspectos de usabilidad que afectan a todos los usuarios de web pueden afectar en mayor medida a las personas con diversidad funcional (WAI, 2018d). Algunos ejemplos de productos de apoyo o de estrategias adaptativas podrían ser las funcionalidades de los navegadores o la implementación del manejo de la web mediante el teclado. La mayoría de los navegadores proporcionan las funciones de marcadores y búsquedas de palabras en el sitio web. Además de la usabilidad de los sitios web, los desarrolladores de contenidos deben tener en cuenta que la web debe poder ser manejada mediante el teclado. Algunos usuarios pueden desplazarse a través

de los elementos estructurales como enlaces o encabezados utilizando generalmente la tecla de tabulación.

3.3. Relación con las WCAG 2.0

Las WCAG 2.0 se encuentran estrechamente relacionadas con los productos de apoyo que utiliza una persona mayor y/o con discapacidad para acceder a la web.

Las personas ciegas interactúan con el contenido web a través de productos de apoyo como lectores de pantalla, resultando imprescindible una descripción alternativa para el contenido no textual. Por este motivo la pauta Alternativas textuales perteneciente al principio Perceptible tiene como misión proporcionar alternativas textuales para todo contenido no textual, de modo que se pueda convertir a otros formatos facilitando la accesibilidad de los contenidos. La discapacidad motora conlleva debilidad y/o limitación del control muscular (como movimientos involuntarios que incluyen temblores, falta de coordinación o parálisis), limitaciones de la sensación, trastornos de las articulaciones, etc. Resulta común que una persona con discapacidad motora interactúe con el contenido web mediante un teclado o un ratón alternativo. Por ello, la pauta Accesible por teclado perteneciente al principio Operable, contempla que todas las funcionalidades de la web se encuentren disponibles a través del teclado. Las personas con discapacidad motora según el método y modo de acceso generalmente requieren un tiempo más prolongado para realizar ciertas actividades como por ejemplo escribir. La pauta Tiempo Suficiente perteneciente al mismo principio, se encarga de proporcionar a los usuarios el tiempo suficiente para leer y usar el contenido web. La pauta Asistencia a la entrada de datos perteneciente al principio Comprensible es la encargada de proporcionar a los usuarios los mecanismos suficientes para corregir errores, algo habitual en los formularios web cuando se utilizan productos de apoyo como por ejemplo un lector de pantalla. Independientemente del tipo de discapacidad y del dispositivo empleado

para acceder a la web, un código fuente libre de errores mejorará la interacción de los productos de apoyo con el contenido web. Esta es la misión de la pauta Compatible perteneciente al principio Robusto.

3.4. Barreras web

En 2011 más de mil millones de personas sufrían algún tipo de discapacidad (OMS, 2011). Además, la población de personas mayores está aumentando, por lo que resulta un imperativo ajustarse a la normativa vigente en materia de accesibilidad web. La mayoría de sitios web presentan barreras de accesibilidad para las personas mayores y/o con discapacidad (Henry, 2006). Autores como Yesilada, Brajnik y Harper (2009) describen estas barreras electrónicas como cualquier condición que dificulte lograr el acceso al contenido web en cualquier contexto. Brajnik (2006) las define como cualquier condición que obstaculiza el progreso de un usuario cuando navega por una web y utiliza productos de apoyo o tecnologías de asistencia.

Ciertas investigaciones se han centrado en desarrollar nuevas metodologías y métricas que combinan las revisiones de expertos con la evaluación automática de las páginas web y el grado de severidad de las barreras web encontradas en el análisis de la página web (Brajnik y Lomuscio, 2007). Otros estudios han analizado la frustración de los usuarios con discapacidad visual al encontrar barreras de accesibilidad (Lazar, Feng y Allen, 2006; Pascual, Ribera, Granollers y Coiduras, 2014) o el impacto en el estado anímico que provocaban estas dificultades de acceso en usuarios con discapacidad auditiva (Pascual, Ribera y Granollers, 2015). En general, la supresión de estas barreras en una página web es simplemente una cuestión de buen diseño (Hackett y Parmanto, 2005). Esta eliminación de barreras no sólo beneficia a las personas con discapacidad, sino que resulta igualmente útil a usuarios con bajas velocidades de conexión a Internet y personas que utilizan tecnología inalámbrica. Un sitio web accesible obtiene mejores

resultados de búsqueda, menores costos de mantenimiento y un mayor alcance de audiencia que uno que no se ajuste al estándar (WAI, 2018e). Además, una página web que tenga en cuenta las pautas de accesibilidad al contenido mejorará la experiencia de cualquier usuario en su visita a la web, incrementando la usabilidad del sitio. Estamentos como la WAI han recopilado las principales barreras y dificultades que los mayores y las personas con discapacidad se encuentran al visitar una página web y las oportunas recomendaciones en materia de diseño web para eliminarlas (WAI, 2018f).

3.4.1. Diversidad funcional motora

Generalmente las personas con diversidad funcional motora precisan más tiempo para escribir y utilizan sistemas alternativos de escritura como por ejemplo el barrido tal como afirman Basil, Soro-Camats y Rosell (1998). Por ello, hay que evitar diseños que no ofrezcan un manejo total con el teclado y evitar acciones que contemplen únicamente el uso del ratón como el *roll over* para interaccionar con el contenido web. Proporcionar áreas grandes sobre las que realizar un clic, ofrecer un tiempo de respuesta suficiente y proveer de mecanismos para corregir errores en la escritura, resultan de gran ayuda para las personas con diversidad funcional motora (WAI, 2018f). Además, estructurar los contenidos de manera simple y dotar a la web de mecanismos de navegación sencillos mejorará la experiencia de cualquier usuario.

A menudo las personas con diversidad funcional motora experimentan dificultades a la hora de visitar la web, según la WAI las más habituales son:

- Sitios web, navegadores web y herramientas de autor que no proporcionan soporte completo para el teclado
- Tiempos insuficientes para responder o para completar tareas, tales como rellenar formularios en línea

- Controles que no tienen alternativas de texto equivalente
- Falta de señales visuales y no visuales de orientación, estructura de página y otras ayudas para la navegación
- Mecanismos de navegación y funciones de página incoherentes, impredecibles y excesivamente complicados

3.4.2. Diversidad funcional auditiva

Según los datos que nos proporciona la OMS 466 millones de personas padecen pérdida de audición, de las cuales 34 millones son niños. Una persona sufre pérdida de audición cuando el umbral de audición en alguno de los oídos es superior a 25 dB. La pérdida de audición puede ser leve, moderada, grave o profunda (OMS, 2019). La web y el contenido multimedia accesible ofrece grandes posibilidades a las personas con diversidad funcional auditiva, por ello, para usar la Web de manera efectiva, las personas con diversidad funcional auditiva dependen de:

- Transcripciones y subtítulos del contenido de audio
- Reproductores multimedia que muestran subtítulos y brindan opciones para ajustar el tamaño del texto y los colores de los subtítulos
- Opciones para detener, pausar y ajustar el volumen del contenido de audio
- Audio de primer plano de alta calidad

Una web debería ofrecer contenido textual alternativo como subtítulos y transcripciones para vídeos, sonidos y presentaciones multimedia. Solovieva y Bock (2014) indican que idealmente estos subtítulos deberían tener una fuente mínima de 16 puntos, alto contraste e indicar también si el narrador es hombre o mujer. Además de proporcionar una alternativa en lengua de signos y evitar aquellos servicios web que

únicamente dependan de la voz, debe facilitarse una versión imprimible de la web. Esta versión no sustituye la transcripción de texto en tiempo real tal y como afirma Crow (2008).

Las barreras web más habituales con las que se enfrentan las personas con diversidad funcional auditiva según la WAI (WAI, 2018f) son:

- Contenido de audio, como vídeos con voces y sonidos, sin subtítulos ni transcripciones
- Reproductores que no muestran subtítulos y que no proporcionan controles de volumen
- Reproductores que no proporcionan opciones para ajustar el tamaño del texto y los colores de los subtítulos
- Servicios basados en web, incluyendo aplicaciones Web, que dependan de la interacción usando sólo voz
- Falta de lengua de signos para complementar información importante y texto que es difícil de leer

3.4.3. Diversidad funcional visual

Según la OMS, el número de personas con diversidad funcional visual en 2010 ascendía a 285 millones de personas de las cuales 39 millones eran ciegos (OMS, 2013). A la hora de interactuar con la web, las personas con diversidad funcional visual suelen transformar la presentación de los contenidos web tratando de adaptarlos a sus propias necesidades. Tal y como nos indica la WAI algunas de las prácticas más habituales para incrementar la usabilidad de la web son:

- Agrandar o reducir el tamaño e imágenes del texto

- Personalizar de la configuración de fuentes, colores y espaciado
- Escuchar la síntesis de texto a voz del contenido
- Escuchar las descripciones de audio de vídeo en multimedia
- Lectura de texto con Braille

Para que estas adaptaciones funcionen, los desarrolladores deben asegurar una independencia de los contenidos web de la estructura de la página. Además, la web debe estar debidamente codificada para lograr una correcta interacción con los navegadores y productos de apoyo. Las personas con pérdida de visión moderada o grave pueden haber perdido sensibilidad ocular a ciertos colores (daltonismo) o bien haber desarrollado un importante grado de sensibilidad a los mismos, sin embargo, tal como afirma Paciello (2000) no tienen ninguna dificultad diferenciando imágenes con el color negro, gris o blanco. Los diseñadores web deben evitar texto e imágenes con un contraste insuficiente entre las combinaciones de colores de primer plano y de fondo (WAI, 2018f). Además, como señala Crow (2008) deben evitar que la información dependa exclusivamente del reconocimiento del color en textos e imágenes. La Figura 3.8 muestra una imagen que transmite información a través del color.



Figura 3.8 Imagen que transmite información a través del color. Fuente: (WebAIM, 2017c)

Las personas ciegas interactúan con el contenido web a través de diversos productos de apoyo como por ejemplo lectores de pantalla, por ello resulta fundamental proporcionar alternativas de texto a los elementos que forman la web como imágenes o controles. WebAIM (WebAIM, 2017d) ha desarrollado una serie de recomendaciones que un usuario debe tener en cuenta a la hora de realizar una descripción alternativa de una imagen. El texto alternativo debe ser sucinto, presentar el contenido y la función de la imagen y no debería ser redundante (tener el mismo contenido que el texto adyacente o cuerpo) ni usar frases como “imagen de” o “gráfico de”. Una estructura lógica de la página, ofrecer ayudas de navegación y transcripciones en audio de los vídeos contenidos en la web, resultan de gran utilidad para una persona ciega o con diversidad funcional visual. Además hay que tener en cuenta el tipo de elementos que se incluyen en la web, a menudo como señala Crow (2008) los lectores de pantalla encuentran dificultades a la hora de leer tablas, gráficos o banners debiendo los diseñadores web utilizar los atributos *alt* o *long desc* para facilitar la accesibilidad.

Según la WAI (WAI, 2018f) las principales barreras web que experimentan las personas con diversidad funcional visual son:

- Imágenes, controles y otros elementos estructurales que no tienen alternativas de texto equivalentes
- Texto, imágenes y diseños de página que no pueden variar el tamaño o que pierden información al hacerlo
- Falta de señales visuales y no visuales para facilitar una mejor orientación, estructura de página y otras ayudas para la navegación
- Contenido de vídeo sin alternativas textuales o auditivas, o una pista de descripción de audio

- Mecanismos de navegación y funciones de página incoherentes, impredecibles y excesivamente complicados
- Texto e imágenes con un contraste insuficiente entre las combinaciones de color de primer plano y fondo
- Sitios web, navegadores web y herramientas de autoría que no admiten el uso de combinaciones de colores personalizadas
- Sitios web, navegadores web y herramientas de autoría que no proporcionan soporte completo para el teclado

3.4.4. Personas con diversidad funcional intelectual, trastornos cognitivos, neurológicos y dificultades de aprendizaje

Las personas con diversidad funcional intelectual, trastornos cognitivos, neurológicos y/o dificultades de aprendizaje utilizan la web con distintos métodos de navegación según sus propias necesidades. Algunas personas utilizan software que convierte el texto en voz mientras leen la información o bien hacen uso de los subtítulos mientras la escuchan. Otras personas modifican el tamaño y color de la fuente para apoyar la lectura de los contenidos. Entre las recomendaciones que proporciona el W3C para facilitar la accesibilidad web a los contenidos web podemos encontrar:

- Contenido claramente estructurado que facilite la visión general y la orientación
- Etiquetado consistente de formularios, botones y otras partes de contenido
- Enlaces, funcionalidad e interacción general predecible
- Mecanismos sencillos de navegación, un menú jerárquico y opciones de búsqueda en la web

- Opciones para suprimir parpadeo si lo hubiere y contenido que pueda distraer
- Textos sencillos complementados con imágenes o gráficos

Además, también resulta recomendable emplear un diseño sencillo de cada página de la web, prestando especial atención a encabezados y títulos (Friedman y Bryen, 2007). Las personas con diversidad funcional intelectual pueden experimentar las mismas barreras web que una persona con dificultades de aprendizaje, con problemas de memoria, percepción, atención o dislexia. Según la WAI (WAI, 2018f) las dificultades más habituales que experimentan las personas con diversidad funcional al interactuar con el contenido web son:

- Mecanismos complejos de navegación y diseños de páginas difíciles de entender y utilizar
- Oraciones complejas que son difíciles de leer y palabras inusuales que son difíciles de entender
- Grandes cantidades de textos sin imágenes, gráficos u otras ilustraciones para apoyar el contexto
- Movimiento, parpadeo o parpadeo del contenido y sonido de fondo que no se puede desactivar
- Navegadores web y reproductores que no proporcionan mecanismos para suprimir animaciones ni audio
- Diseños de páginas no se pueden adaptar mediante los controles del explorador Web u hojas de estilos

3.4.5. Personas con dificultades en el habla

Las personas con dificultades en el habla pueden tener problemas a la hora de ser comprendidos por otras personas o por sistemas de reconocimiento de voz. Una persona con dificultades en la comunicación verbal puede experimentar barreras web en aquellos sitios web que presten servicios basados en la voz únicamente. Para superar estos inconvenientes la WAI recomienda el uso del mail o de formularios de contacto (WAI, 2018f).

3.4.6. Personas mayores

Según los datos proporcionados por la OMS, la proporción de personas mayores se duplicará en 2050 llegando al 22% de la población mundial. La proporción de los habitantes del planeta mayores de 60 años se duplicará entre 2000 y 2050, incrementándose en datos porcentuales del 11% al 22%. Este grupo de edad pasará de 605 millones a 2000 millones en los próximos 50 años (OMS, 2018a). La Figura 3.9 muestra una estimación de estos datos.

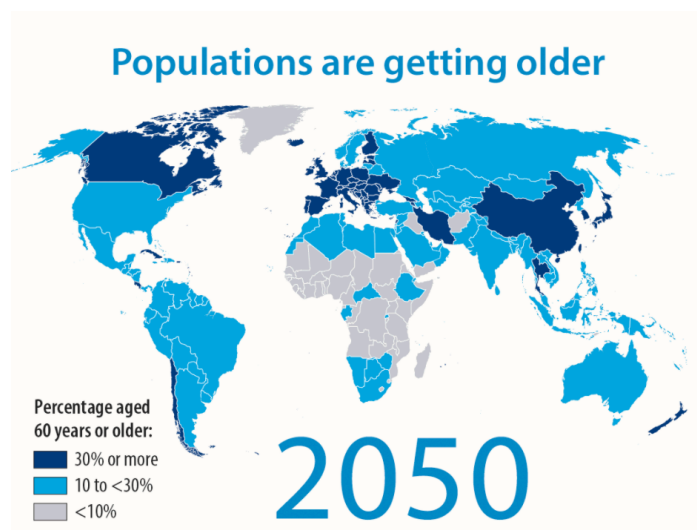


Figura 3.9 Estimación de la población mundial en 2050. Fuente: Reelaboración a partir de (OMS, 2018b)

La OMS estima que entre 2000 y 2050 habrá en el mundo más personas octogenarias y nonagenarias que nunca antes, la cantidad de personas con más de ochenta años aumentará hasta alcanzar los 395 millones.

Numerosos investigadores han realizado estudios sobre el uso y las dificultades que pueden encontrar las personas mayores a la hora de utilizar Internet (Dickinson, Eisma, Gregor, Syme y Milne, 2005; Redish y Chisnell, 2004; Yang y Chen, 2015). Se encuentran también estudios focalizados en productos de apoyo como los lectores de pantalla y el uso que los mayores realizan de ellos (Theofanos y Redish, 2003). Otros investigadores han centrado sus estudios en materia de usabilidad y diseño web con este grupo de usuarios detectando dificultades y comportamientos al visitar una página web (Aula, 2005; Aula y Käksi, 2005; Morrell, 2005; Nielsen, 2013).

Las personas mayores pueden tener dificultades a la hora de interactuar con la web debido a una disminución de:

- Visión: una reducción de la sensibilidad del contraste y percepción de colores, así como el enfoque visual podría obstaculizar la lectura de las páginas web
- Habilidades motoras: podría afectar al uso del ratón y a conseguir realizar el clic sobre espacios reducidos
- Audición: podría entorpecer la escucha de podcast y otros archivos de audio
- Habilidades cognitivas: incluyendo en este apartado la memoria y la concentración podría suponer dificultades en la navegación y en la consecución de tareas en línea

Por tanto, las recomendaciones o buenas prácticas en accesibilidad web a la hora de diseñar un sitio web para las personas mayores son prácticamente las mismas que para los usuarios con discapacidad. Si una web está diseñada empleando buenas prácticas

y resulta accesible para las personas con discapacidad, muy probablemente lo será también para una persona con edad avanzada.

4

Métodos de evaluación de la accesibilidad web

El capítulo tiene como objeto mostrar los diferentes métodos de evaluación de la accesibilidad web de una página web.

Para analizar la accesibilidad de una web es posible utilizar diferentes metodologías como revisiones de conformidad, técnicas de pantalla, evaluaciones subjetivas, test de usuarios y el método Barriers Walkthrough. Utilizar estos métodos de evaluación de la accesibilidad resulta muy positivo pues ayudan a detectar carencias en el acceso a la información de una web. De esta manera, proporcionan una información muy valiosa a los desarrollares quienes encuentran aquellos puntos débiles o sobre los cuales deben incidir para aumentar el grado de accesibilidad de una página web. Ningún método asegura una plena accesibilidad por lo que, idealmente sería conveniente utilizar la combinación de varios de ellos para obtener un análisis exhaustivo de accesibilidad web. Todos los métodos tienen sus ventajas y sus inconvenientes, por ejemplo, una ventaja de los test de usuario es que precisamente lo realizan usuarios reales. En este tipo de estudios la fiabilidad es mayor si cabe si los usuarios tienen algún tipo o distintas discapacidades. Sin embargo, puede resultar complejo disponer de los medios necesarios o contar con la participación de usuarios con diversidad funcional que evalúen en un mismo momento una web.

Otros métodos de evaluación como Barriers Walkthrough detectan barreras de acceso a

la información teniendo en cuenta el contexto del análisis, centrándose en la persona y el producto de apoyo que está empleando para acceder a la web.

Para realizar estudios de accesibilidad y según la metodología empleada, los evaluadores pueden ayudarse de herramientas software que evalúan la accesibilidad web de manera automática. Estas aplicaciones analizan el código fuente de las webs detectando barreras de acceso a la información y combinadas con el juicio humano resultan de gran utilidad para detectar barreras de acceso al contenido web. Las herramientas automáticas de accesibilidad son muy numerosas, así como la tipología de los elementos a analizar. La página web del W3C contiene información de más de cien herramientas útiles para realizar evaluaciones de accesibilidad web, únicamente por citar algunos ejemplos, es posible encontrar herramientas que analizan las webs en base al estándar internacional WCAG 2.0, software que analiza el contraste de colores o aplicaciones que analizan la documentación que contienen las propias webs.

4.1. Métodos de evaluación de la accesibilidad web

Es posible realizar análisis de accesibilidad web empleando diferentes metodologías de evaluación. Recientemente la WAI ha publicado la metodología Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM) que pretende armonizar los estudios de accesibilidad web en base a la normativa WCAG 2.0 (WAI, 2018g). Además de este método, diversos autores han realizado aportaciones en investigaciones evaluando la accesibilidad web utilizando otras metodologías más centradas en el usuario (Brajnik, 2006; Bühler, Heck, Perlick, Nietzio y Ulltveit-Moe, 2006; Vigo, Arrue, Brajnik, Lomuscio y Abascal, 2007). Ningún método asegura una plena accesibilidad por lo que es recomendable y compatible utilizar la combinación de varios de ellos. En todos los casos, los resultados serán más beneficiosos si los estudios de accesibilidad se realizan en las primeras fases del desarrollo de cualquier web.

Según Brajnik (2008) los diferentes métodos de evaluación de la accesibilidad web se pueden clasificar en:

- Revisiones de conformidad
- Técnicas de pantalla
- Evaluaciones subjetivas
- Test de usuarios
- Barriers Walkthrough

4.1.1. Revisiones de conformidad

Las revisiones de conformidad son denominadas de diferentes maneras como Conformance reviews, revisión de experto o de inspección manual. Este tipo de evaluaciones se basan en el análisis de una página web con respecto a unos criterios previamente establecidos y se basan en la opinión del evaluador experto. Estos criterios a verificar, generalmente son emitidos por estamentos internacionales como el W3C, o por estamentos gubernamentales de países como por ejemplo en Italia o Estados Unidos con normativas de accesibilidad web distintas al estándar internacional WCAG 2.0. Se trata de un método analítico evaluativo en la que el evaluador detecta y posteriormente corrige aquellos puntos que no se ajustan a los criterios establecidos. Para realizar este tipo de comprobaciones es posible emplear herramientas automáticas de accesibilidad. El mayor beneficio de este método es la identificación de una amplia variedad de problemas para una audiencia diversa. Tiene un coste relativamente bajo y combinado con el uso de herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad, proporciona la información suficiente no solo para identificar los problemas, sino que ayuda a los desarrolladores a solucionarlos.

4.1.1.1. Metodología WCAG-EM

El W3C ha publicado una guía metodológica que describe los procedimientos y las consideraciones a tener cuenta por los evaluadores para determinar el grado de conformidad y cumplimiento de las directrices de WCAG 2.0 de una página web, es la llamada WCAG-EM. Esta metodología exhaustiva constituye un método fiable para auditar un sitio web y determinar su nivel de accesibilidad. Además de ser utilizada para evaluar páginas web, podemos aplicarla tanto para aplicaciones web como para un sitio web móvil (WAI, 2018g).

La WCAG-EM proporciona directrices y consideraciones y se detallan en 5 pasos:

1. Definir el alcance de la evaluación: El objeto de la evaluación, el nivel de conformidad (A, AA, AAA) para la evaluación, indicando además el software utilizado (exploradores web, tecnología asistida etc.)
2. Explorar la página web: Conocer y entender la página web del estudio, el tipo de web, su diseño, sus funcionalidades etc
3. Seleccionar una muestra representativa: Seleccionar una o varias páginas web a evaluar. Ya que, en ocasiones es complicado evaluar todas y cada una de las páginas de un sitio web
4. Auditar la muestra: Determinando los éxitos y errores en cumplimiento de la normativa WCAG 2.0 guardando los resultados de la evaluación
5. Reportar los resultados: Recopilar todos los datos, realizar una evaluación de ellos y calcular las puntuaciones obtenidas

Podemos observar un esquema de esta metodología de evaluación de una página web en la Figura 4.1.



Figura 4.1 Metodología WCAG-EM. Fuente: Elaboración propia a partir de <https://www.w3.org/TR/WCAG-EM/>

Desde el W3C se advierte que la persona encargada de realizar la evaluación requiere elevados conocimientos sobre la normativa WCAG 2.0, diseño web accesible, tecnologías accesibles y una comprensión sobre cómo las personas con diversidad funcional interactúan con el contenido web. Para llevar a cabo el estudio, es posible utilizar herramientas software, que ayudan a evaluar el nivel de accesibilidad de un sitio web (Serrano, Ocaña y Martos, 2010). Estas herramientas ayudan a detectar las barreras y dificultades de los usuarios accediendo a una web, determinando así, su nivel de conformidad. No obstante, tal y como nos indica el W3C, ninguna herramienta en sí misma puede determinar si un sitio cumple o no las pautas de accesibilidad, es necesaria la evaluación humana.

4.1.1.2. Herramientas de evaluación de accesibilidad web

Las herramientas de evaluación de la accesibilidad web son programas de ordenador o servicios online que ayudan a determinar el grado de accesibilidad de una web. Reducen significativamente el tiempo y esfuerzo que requiere llevar a cabo una evaluación del

grado de accesibilidad de una página web. Estas herramientas no pueden realizar evaluaciones sobre determinados puntos que requieren un juicio humano, en este caso debe realizarse una comprobación manual de los mismos. En algunos casos, pueden alertar o detectar falsos positivos en el código fuente o bien no detectar ciertos errores. Además de obtener una valoración rápida de la accesibilidad de una web, pueden ayudar a los desarrolladores web a prevenir barreras de accesibilidad, reparar errores e incluso tomar los informes que reportan dichas herramientas como punto de referencia en el caso de que un sitio web se encuentre en fase de diseño o desarrollo con el objeto de mejorar la accesibilidad de este. Las herramientas de evaluación de la accesibilidad son muy numerosas (Serrano et al., 2010). En la página del W3C podemos encontrar información de más de cien de ellas, aunque el propio estamento informa que no tienen carácter oficial (WAI, 2018h).

4.1.1.2.1. Test de Accesibilidad Web

El Test de Accesibilidad Web (TAW) es una herramienta desarrollada por la Fundación Centro Tecnológico de la Información y la Comunicación (Fundación CTIC). Esta herramienta realiza un análisis de la página web en función de las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web. TAW proporciona un informe detallado sobre los errores, advertencias y puntos no verificados (puntos que necesitan obligatoriamente una revisión humana) y organizan esta información en base a los cuatro principios fundamentales de accesibilidad web (Fundación CTIC, 2018). Mediante iconos de colores describe el nivel de prioridad de cada uno de estos problemas de accesibilidad y establece además una clasificación en:

- Automáticos: aquellos donde la herramienta tiene la certeza de que existe un error
- Manuales: aquellos que requieren una revisión humana

Permite también seleccionar diferentes niveles de análisis (A, AA, AAA) de la página web a evaluar generando un informe que muestra los problemas encontrados detallando el código del punto de verificación, la descripción del problema, el número de línea de la página analizada y la etiqueta HTML que genera el problema de accesibilidad. TAW ofrece diferentes tipos de informes (vista marcada, detalle o listado), podemos ver un ejemplo en la Figura 4.2.

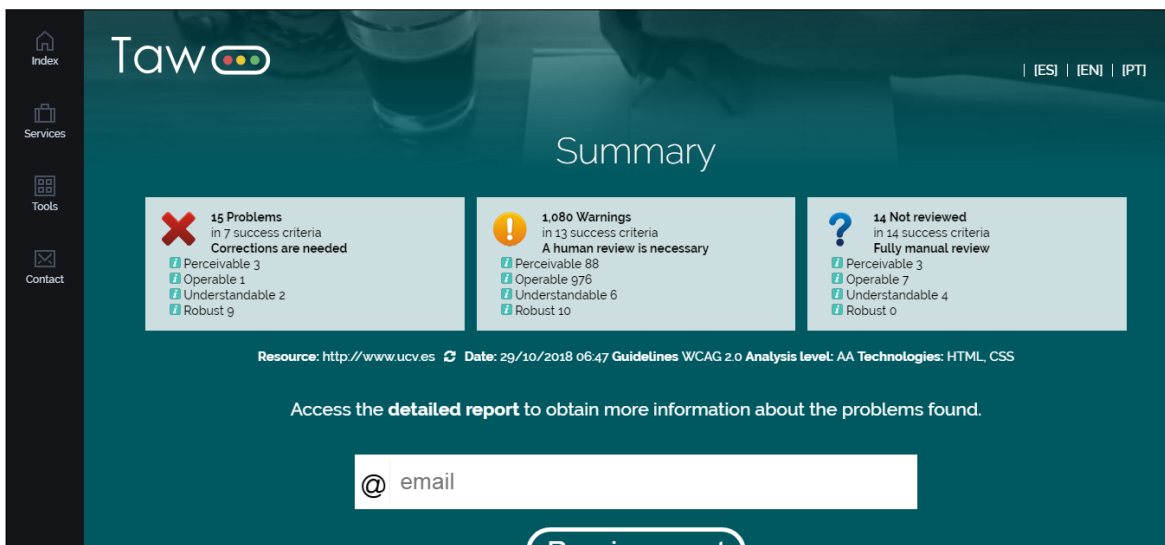


Figura 4.2 Herramienta TAW.Fuente: Elaboración propia

Muestra las diferentes incidencias señalándolas sobre la propia web, sobre el código fuente o bien presentando los resultados en tablas. En definitiva, se trata de una herramienta muy completa y útil para desarrolladores, diseñadores web o evaluadores de accesibilidad web.

4.1.1.2.2. WAVE

WAVE es una herramienta online, desarrollada por WebAIM (WebAIM, 2018), que permite la evaluación de una página en base a las WCAG 2.0. Esta herramienta de evaluación de accesibilidad escanea el texto y los estilos de fondo del texto e identifica la mayoría de las instancias de texto que no cumplen con la relación de contraste 4:5:1

establecido por las WCAG 2.0. Además, también verifica el contraste empleado en aquellos elementos estructurales definidos como texto grande (120% a 150% más grande que el texto de cuerpo predeterminado). Ofrece un informe resaltando sobre la propia web aquellos errores en elementos de estructura, omisión de textos alternativos o de idioma del documento. La Figura 4.3 muestra un ejemplo de un análisis de accesibilidad proporcionado por WAVE.



Figura 4.3 Informe de errores de contraste proporcionado por WAVE. Fuente: Elaboración propia

WAVE no puede detectar todos los problemas de contraste, no tiene en cuenta las imágenes de fondo, degradados, transparencias y tampoco puede detectar el texto que forma parte de una imagen.

4.1.1.2.3. Examinator

Examinator (Benavidez, 2018) es una herramienta online cuya función es analizar el código fuente de una página web tomando como referencia las pautas WCAG 2.0. Carlos Benavidez, autor de Examinator y desarrollador de varias herramientas de accesibilidad, empleó en el algoritmo que establece la medida de la accesibilidad de una

página web, la existencia de aciertos a diferencia de otras métricas que se basan en la tasa de fallo. Las calificaciones otorgadas están basadas en su experiencia como revisor y desarrollador de herramientas de accesibilidad, además contempla la repetición de los errores en el análisis de las páginas web. Un número reiterativo de errores del mismo tipo indica que el desarrollo no contempla las WCAG 2.0 provocando un aumento de las barreras de accesibilidad web.

Esta aplicación adjudica una nota comprendida entre 1 y 10 proporcionando un indicador rápido de medida de la accesibilidad de una web, aportando además un informe detallado de las comprobaciones realizadas. La Figura 4.4 muestra un análisis de accesibilidad web realizado por Examiner.

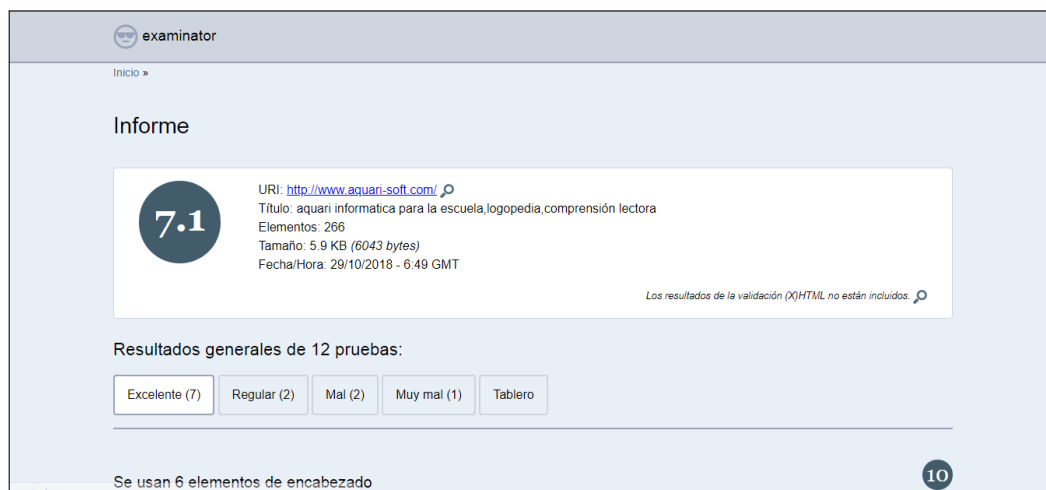


Figura 4.4 Análisis de la accesibilidad web realizado por Examiner. Fuente: Elaboración propia

Esta aplicación proporciona notas numéricas independientes para diferentes tipos de discapacidades, de esta manera es posible analizar el nivel de accesibilidad de la página para personas con ceguera, limitaciones visuales, limitaciones físicas, dificultad de comprensión o limitaciones derivadas de la edad. Permite evaluar la accesibilidad de una web insertando el código HTML, mediante la subida de un archivo que contiene código fuente o insertando la URL del sitio web a evaluar.

4.1.1.2.4. Achecker

Achecker (ATRC, 2018) realiza una comprobación del código fuente de una página web en base a la normativa que el evaluador previamente ha seleccionado proporcionando un extenso y detallado informe con los resultados obtenidos. La Figura 4.4 muestra un análisis efectuado por Achecker.

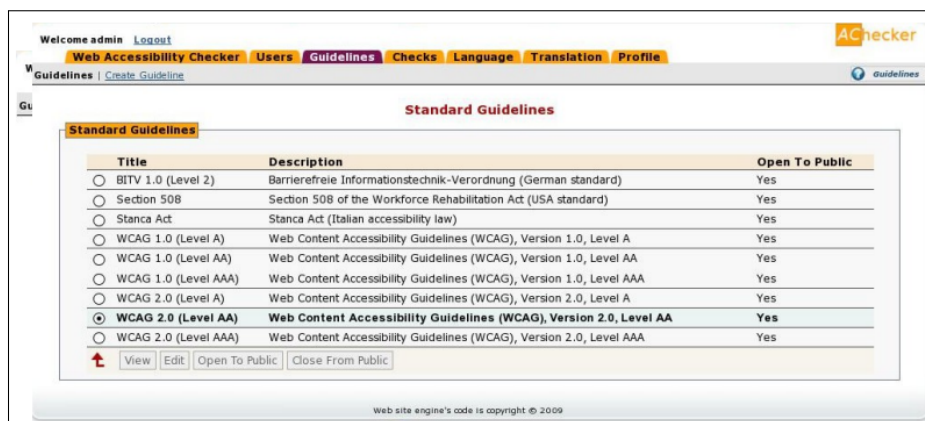


Figura 4.5 Achecker. Fuente: Elaboración propia a partir de Ismail, Kuppusamy y Nengroo (2018)

AChecker identifica con certeza aquellas barreras web o dificultades de acceso que presente el código HTML de una página web, por ejemplo aquellas imágenes que omiten el atributo *Alt*. Estas barreras son etiquetas como *Known problems* y deben aportarse soluciones en el código fuente. En algunos casos, la herramienta identifica posibles barreras, por ejemplo, cuando se encuentra un enlace que solo tiene una o dos palabras como texto de enlace. Es probable que el texto del enlace no sea lo suficientemente significativo, sin embargo no puede ser considerado necesariamente un error, por ejemplo un enlace que incluya la palabra *home* haciendo referencia a la página de inicio de la web. Por este motivo, es necesaria una comprobación humana para revisar y decidir si la palabra se puede entender dentro del contexto. Estas posibles barreras son consideradas y etiquetadas como *Likely problems*. Debido al diseño de la herramienta no es posible determinar si ciertos contenidos son accesibles o no. Una

página web puede contener vídeos o películas y esta herramienta no está diseñada para analizar si la película tiene subtítulos o descripciones de audio. Para lograr una evaluación precisa, el sistema solicita al revisor una verificación humana. Estas posibles barreras se etiquetan como *Potencial problems*.

4.1.1.2.5. W3C Markup Validation Service

Los lenguajes HTML o XHTML vienen definidos por especificaciones técnicas que incluyen una gramática y un vocabulario formal legible por una máquina. La acción de evaluar este código fuente se denomina validación. W3C Markup Validation Service (W3C, 2018a) es un validador elaborado por el W3C para testear la gramática HTML de las páginas web y poder determinar si una web contiene errores en su código fuente. La Figura 4.6 muestra una captura de pantalla de esta herramienta.

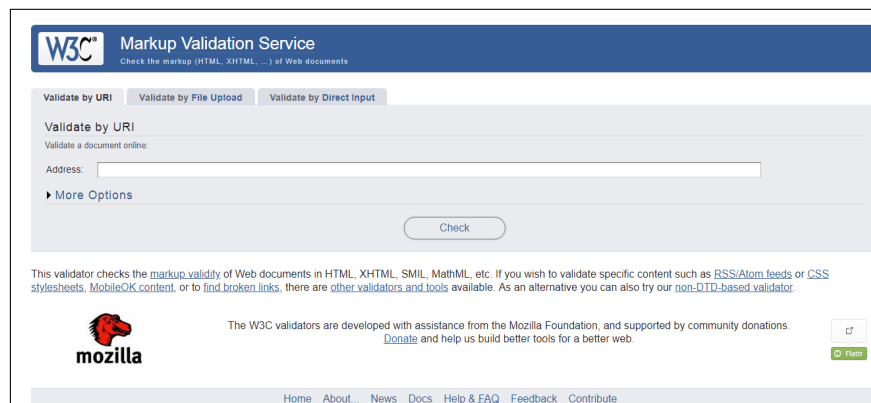


Figura 4.6 W3C Markup Validation Service. Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2.6. W3C CSS Markup Validation Service

W3C CSS Markup Validation Service (W3C, 2018b) es una herramienta diseñada por el W3C para evaluar el código fuente de las hojas de estilo CSS presentes en cualquier web permitiendo subsanar los errores en caso de que los tuviera. La Figura 4.7 muestra una captura de pantalla de este validador en línea.

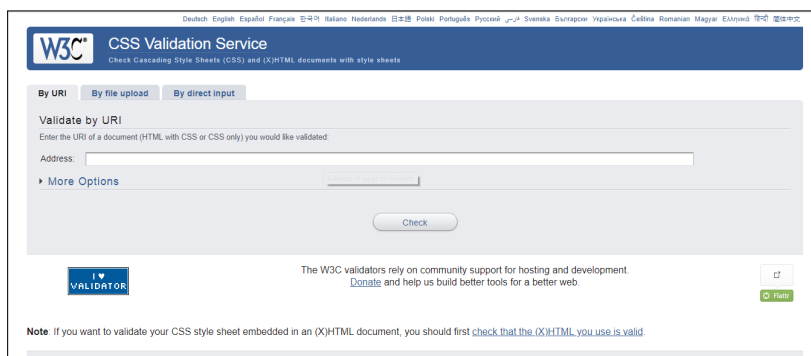


Figura 4.7 W3C CSS Markup Validation Service. Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2.7. Cynthiasays

Cynthiasays (Cryptzone North America Inc, 2015) es una herramienta capaz de analizar los criterios necesarios para validar el cumplimiento de la normativa Sección 508 perteneciente a Estados Unidos y las WCAG 2.0 (A, AA y AAA). La Figura 4.8 muestra un informe realizado con Cynthiasays.

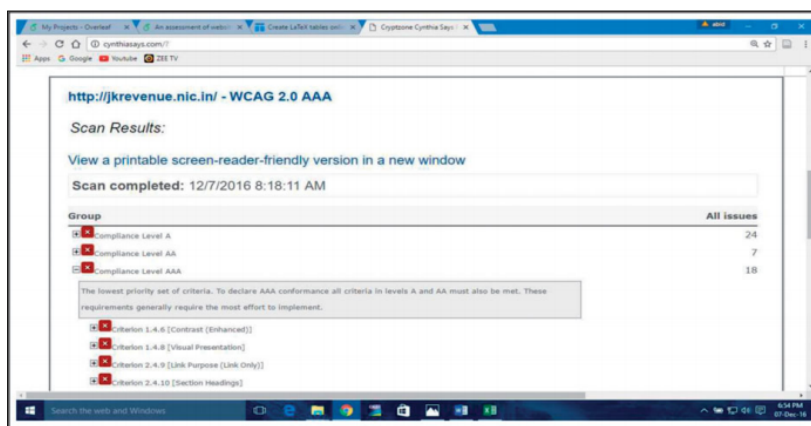


Figura 4.8 CynthiaSays. Fuente: Elaboración propia a partir de Ismail, Kuppusamy y Nengroo (2018)

Proporciona un informe muy detallado que especifica los criterios cumplidos, no cumplidos, que no se aplican en la revisión o que necesitan una revisión manual.

4.1.1.2.8. Colour Contrast Analyser

Colour Contrast Analyser (The Paciello Group, 2018) verifica las combinaciones de color empleadas en las webs. Estas aplicaciones analizan los elementos de la página web y detectan si existe un contraste suficiente entre los colores de primer plano y de fondo. Para realizar este tipo de análisis existen además otras herramientas como Checkmycolors (Scala, 2015) y extensiones para navegadores que realizan las mismas funciones como por ejemplo Color Contrast Analyzer (NC State University, 2018) o WAVE.

La Figura 4.9 muestra el resultado de una evaluación de contraste de colores realizado con Colour Contrast Analyser.

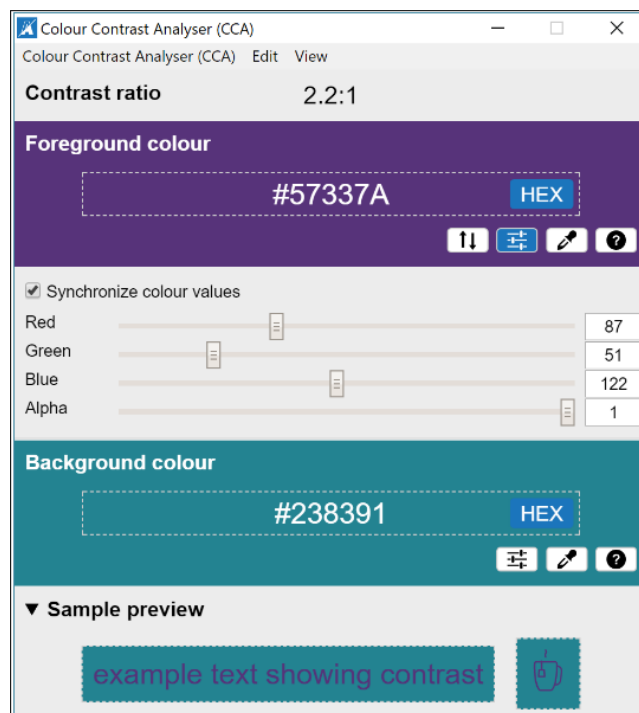


Figura 4.9 Colour Contrast Analyser. Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Técnicas de pantalla

Se trata de técnicas empíricas basadas en el uso de una interfaz simulando algún tipo de usuario con diversidad funcional de manera artificial. El evaluador explora la página web tratando de conseguir determinados objetivos bajo limitaciones que alteran su capacidad tales como utilizar un lector de pantalla apagando la pantalla del ordenador, explorar la web usando gafas que distorsionan la visión, desactivando el ratón o bien usar el ratón con la mano izquierda siendo diestro.

Mankoff, Fait y Tran (2005) realizaron un estudio que demostraba que los resultados de la evaluación de la accesibilidad web resultaban más fiables en el caso de que los evaluadores utilizaran lectores de pantalla. Se trata de un método que depende en gran medida del evaluador y del grado de sus conocimientos personales en tecnologías de asistencia.

4.1.3. Evaluaciones subjetivas

En este método de evaluación el evaluador reúne a un grupo de usuarios a los que instruye explorando una determinada web. Tras ello mediante test o entrevistas recopila información subjetiva sobre las dificultades de acceso o barreras web que han tenido durante la exploración (Brajnik, 2008). Un gran beneficio es su bajo coste y que puede realizarse de manera remota en espacio y tiempo.

4.1.4. Test de usuarios

Otro método de evaluación de la accesibilidad web utilizado son las pruebas de usuarios. En este procedimiento evaluativo se seleccionan personas con diversidad funcional solicitándoles una exploración de una página web con determinados objetivos. El estudio se realiza en un laboratorio donde son observados y grabados. Los evaluadores

a través de las anotaciones realizadas durante la observación, el audio y el video identifican los problemas de accesibilidad. Paciello (2000) afirma que una de las mejores maneras de implementar la accesibilidad es hacerlo a través de la usabilidad. Centrar los esfuerzos en la habilidad del usuario al interactuar de manera efectiva con la interfaz para lograr un elevado grado de satisfacción, resultando si cabe más beneficioso si se incluyen personas con discapacidad en los test de usuario. Montero y Martín Fernández (2004) consideran los test de usuarios especialmente útiles para detectar problemas de usabilidad, así como para detectar problemas severos en términos de accesibilidad en una web, pues la exploración la realizan usuarios reales. Puhretmair y Miesenberger (2005) coinciden con estas ideas y afirman que los resultados son especialmente trascendentes tanto en accesibilidad como en usabilidad web si la página web o proceso que se está evaluando se encuentra en las primeras etapas de desarrollo.

4.1.5. Barriers walkthrough

Un autor de referencia en la temática de la accesibilidad web es Giorgio Brajnik, quien desarrolló el método de evaluación de la accesibilidad de una página web conocido por Barriers walkthrough. Brajnik (2006) entiende que los métodos de evaluación de la accesibilidad web deberían ser válidos, confiables, útiles y eficientes. Tras reflexionar sobre estas características, llega a conclusiones como que la validez y confiabilidad pueden verse afectadas negativamente por una serie de factores como por ejemplo el nivel de conocimientos del evaluador en los estándares de accesibilidad web, en tecnologías de asistencia, así como de su comportamiento en navegadores web. Por ello afirma que hay que limitar la subjetividad del evaluador lo máximo posible a la hora de realizar evaluaciones y diagnósticos en estudios de accesibilidad. Según el autor la evaluación de la accesibilidad de una web dependerá de:

- Las características del usuario que se ve involucrado

- El tipo de tecnología de asistencia que está siendo utilizada
- El objetivo que está siendo analizado
- Las características de las páginas que presenta la barrera
- Otros efectos de la barrera en cuestión

Para Brajnik (2006) es importante el contexto en el que una web es evaluada. Es necesario identificar diferentes contextos o escenarios. El escenario viene determinado por las características personales del usuario que visita la web, los objetivos y tareas que pretende conseguir. Afirma que deberían ser considerados aquellos usuarios ciegos o con dificultades visuales que utilizan lectores y magnificadores de pantalla, personas con dificultades motóricas que utilizan tecnologías asistidas como ratones o conmutadores, usuarios con diversidad funcional auditiva y personas con diversidad funcional intelectual, incluyendo personas con problemas de atención y memoria.

El evaluador debería analizar las páginas web descubriendo así las barreras web que pueden encontrar distintos tipos de usuarios que utilizan diferentes tecnologías de asistencia. Al finalizar, el evaluador consigue un listado de problemas, asociándolos a barreras web y aportando un grado de severidad de estos (menor, mayor o crítica). De esta manera, utiliza un método evaluativo relacionando las pautas de la WCAG, los usuarios que visitan la página, los productos de apoyo empleados y las barreras web que pueden impedir acceder a los contenidos web.

5

Estudios de accesibilidad web

La accesibilidad web es un tema frecuentemente estudiado por los investigadores, los estudios sobre la temática son numerosos y muy variados. Los investigadores han empleado distintas metodologías de evaluación en diferentes estudios de accesibilidad web que analizan el cumplimiento de la normativa. El uso de herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad web es muy frecuente en los análisis de accesibilidad web. Existe un número muy elevado de estudios focalizados en webs de estamentos gubernamentales, bibliotecas y universidades de cualquier país. El capítulo realiza una revisión de estos análisis de accesibilidad web describiendo el resultado y las herramientas utilizadas por los investigadores en cada estudio. En la mayoría de casos, las investigaciones muestran que las instituciones analizadas tienen serias dificultades para cumplir la normativa vigente. Además, tras la revisión de la literatura se puede observar otro tipo de estudios más centrados en las personas mayores y/o con diversidad funcional visual y las dificultades de acceso que experimentan a la hora de visitar una web. El capítulo finaliza con propuestas de investigadores en forma de desarrollos informáticos para tratar de mejorar la accesibilidad de los contenidos web para las personas con diversidad funcional visual.

5.1. Estudios de accesibilidad web

Los estudios de accesibilidad web son muy numerosos y variados, los investigadores han realizado estudios sobre la percepción de la accesibilidad web (Yesilada, Brajnik, Vigo y Harper, 2015), métricas (Vigo et al., 2007), o bien desarrollos informáticos con objeto de mejorarla (Yesilada, Harper, Goble y Stevens, 2004). Sin embargo, los estudios de accesibilidad web más habituales son aquellos que analizan el estado de las webs de organismos o empresas que desarrollan su actividad a través de Internet. La literatura muestra estudios de accesibilidad web centrados en estamentos de cualquier tipo de actividad sectorial como por ejemplo análisis de plataformas dedicadas al e-commerce (Gonçalves, Rocha, Martins, Branco y Au-Yong-Oliveira, 2018), estudios de plataformas de formación en las que se imparten cursos MOOC (Iniesto, Rodrigo y Moreira Teixeira, 2014) o simplemente estudios de accesibilidad web de las páginas web más populares de un país (Rau, Zhou, Sun y Zhong, 2016). Se encuentra un número elevado de investigaciones sobre estamentos de carácter gubernamental, bibliotecas o universidades tanto públicas como privadas. En estos análisis los investigadores han empleado frecuentemente herramientas automáticas de evaluación para analizar la normativa independientemente del estamento analizado. Dado que existe un elevado número de herramientas y el tipo de análisis que realiza cada una de ellas es distinto, resulta muy habitual el uso de varias de ellas en un mismo estudio de accesibilidad web.

5.1.1. Estamentos gubernamentales

En la actualidad se han publicado numerosos análisis de accesibilidad web sobre organismos gubernamentales (AkgÜL y Vatansever, 2016; Galvez y Youngblood, 2016; Gambino, Pirrone y Giorgio, 2016; Jaeger, 2006; Olalere y Lazar, 2011; Shi, 2007).

Al-Khalifa (2012) realizó un estudio de accesibilidad de las instituciones gubernamentales de Arabia Saudí. Empleó entre otras herramientas, los validadores de la gramática HTML y el complemento WAVE disponible para navegadores. Como muestra del estudio seleccionó la página inicial de cada institución. Los resultados mostraron un número elevado de errores en el código fuente que dificultaba la interacción con los productos de apoyo. Al-Khalifa, Baazeem y Alamer (2017) reanalizaron las mismas webs cinco años más tarde utilizando Achecker, Total Validator y Wave. En coincidencia con el estudio anterior, volvieron a utilizar los validadores de gramática HTML. Los resultados indicaron una mejora en el grado de accesibilidad web en las webs gubernamentales de Arabia Saudí.

Barricelli, Sciarelli, Valtolina y Rizzi (2018) analizaron el cumplimiento de la legislación italiana en accesibilidad web en 8057 webs de municipios italianos. La herramienta empleada en el estudio fue Achecker y como resultado obtuvieron que únicamente 98 webs municipales eran accesibles mientras que 7947 presentaban problemas conocidos de accesibilidad.

Basdekis, Klironomos, Metaxas y Stephanidis (2010) realizaron un estudio comparativo entre 2004 y 2008 de 256 instituciones públicas y privadas en Grecia. Para este propósito los investigadores utilizaron Bobby (esta herramienta ya no ofrece soporte), el validador de la gramática HTML elaborado por el W3C, Colour Contrast Analyser y la extensión de WAVE para los navegadores. Los resultados del estudio mostraron que casi todos los sitios contenían un código fuente no válido, y que, en la actualidad, existen más sitios que no cumplen las líneas básicas de accesibilidad lo que supone un decrecimiento de los niveles de accesibilidad web.

Kopackova, Michalek y Cejna (2010) emplearon Cynthiasays y los validadores recomendados por el W3C para analizar las páginas iniciales de webs municipales de la República Checa. Además, emplearon un simulador de lector de pantalla para

comprobar si los contenidos eran accesibles para personas con diversidad funcional visual. Los investigadores concluyeron que las webs tenían dificultades en el cumplimiento de la normativa.

5.1.2. Bibliotecas

También encontramos numerosos estudios realizados sobre instituciones como bibliotecas públicas o universitarias (Comeaux y Schmetzke, 2007; Lilly y Fleet, 2000; Schmetzke, 2001; Spindler, 2002; Stewart, Narendra y Schmetzke, 2005).

Caballero-Cortés, Faba-Pérez y Moya-Anegón (2009) realizaron una comparativa de accesibilidad web entre las bibliotecas universitarias norteamericanas y españolas utilizando TAW. El estudio concluía que las bibliotecas de las universidades americanas no sólo se encontraban más próximas al cumplimiento de la normativa que las españolas, sino que mostraban un mayor grado de preocupación por satisfacer los estándares de diseño establecidos.

Billingham (2014) utilizó WAVE, W3C Markup Validation Service y colour contrast analyzer para analizar la web de la biblioteca de la Universidad Edith Cowan en distintos períodos. En los test llevados a cabo en 2012 y 2013, la web universitaria no logró el nivel mínimo de accesibilidad exigido por ley. En el estudio llevado a cabo por Conway, Brown, Hollier y Nicholl (2012) se realizaron revisiones con herramientas automáticas, manuales, de experto y con lectores de pantalla para analizar la accesibilidad web de las bibliotecas canadienses. La revisión concluía que ningún estamento analizado se ajustaban a la normativa vigente con cualquiera de los métodos de evaluación.

Liu, Bielefield y McKay (2017) analizaron la página inicial de 129 bibliotecas de Estados Unidos utilizando WAVE. La mayoría de ellas mostraban deficiencias que limitaban la accesibilidad a los contenidos. Únicamente siete de ellas no mostraban carencias en el cumplimiento de la normativa americana.

5.1.3. Universidades

Los estudios de accesibilidad web de plataformas de formación universitarias, portales o plataformas e-learning tanto nacionales como internacionales son muy numerosos. La Tabla 5.1 muestra algunas investigaciones realizadas sobre accesibilidad web universitaria.

Tabla 5.1 Casos de estudio sobre accesibilidad web universitaria

Caso de estudio	Referencia
A Web Accessibility Report Card for Top International University Web Sites	Kane, Shulman, Shockley y Ladner (2007)
Accesibilidad de Portales web Universitarios de España	Discapnet (2010)
Accessibility and readability of university websites in Finland	Karhu, Hilera, Fernández y Ríos (2012)
The status of web accessibility of Canadian universities and colleges: A follow-up study 10 years later.	Zap y Montgomerie, 2013)
Dificultades en la accesibilidad web de las universidades españolas de acuerdo a la norma wcag 2.0.	Chacón-Medina, Chacón-López, López-Justicia y Fernández-Jiménez (2013)
Evaluación de la accesibilidad de páginas web de universidades españolas y extranjeras incluidas en rankings universitarios internacionales.	Hilera, Fernández, Suárez y Vilar (2013)

Tabla 5.1 continúa de la página anterior

Caso de estudio	Referencia
Accesibilidad web en las Universidades del Ecuador. Análisis preliminar.	Navarrete y Luján (2014)
Evaluating Web Accessibility of Educational Websites	Shawar (2015)
Evaluating accessibility of malaysian public universities websites using achecker and wave	Ahmi y Mohamad (2016)
Accessibility evaluation of top-ranking university websites in world, Oceania, and Arab categories for home, admission, and course description webpages.	Alahmadi y Drew (2017)
La accesibilidad de los portales web de las universidades públicas andaluzas.	Casasola Balsells, Guerra González, Casasola Balsells y Pérez Chamorro (2017)

Los estudios de accesibilidad web de estamentos universitarios siempre han despertado el interés de los investigadores. En la mayoría de los casos los organismos evaluados, difícilmente cumplen con el estándar internacional. Iniciamos la revisión de la literatura de los estudios de accesibilidad web pertenecientes al ámbito universitario por el trabajo elaborado por Térmens, Ribera y Sulé (2003), los investigadores analizaron el cumplimiento de las WCAG 1.0 en la totalidad de las universidades españolas. El resultado del estudio mostraba que ninguna web cumplía la normativa.

Alexander (2004) tomó como referencia 45 sitios web universitarios australianos de educación terciaria para analizar el cumplimiento de los estándares básicos de

accesibilidad. El estudio reflejaba que el 98% de los sitios web presentaban barreras de acceso para las personas con discapacidad.

Kane et al. (2007) realizaron un análisis con múltiples métodos de evaluación de las páginas iniciales de cien universidades de diferentes países. Cada web fue evaluada en base a los estándares de accesibilidad, la calidad de los textos alternativos en imágenes y las declaraciones de accesibilidad. Los resultados mostraron que la mayoría de las universidades tenían problemas en el cumplimiento de la normativa. Además, advirtieron que la accesibilidad de un sitio web variaba notablemente según el país y región geográfica, obteniendo los países de habla no inglesa unos resultados inferiores de accesibilidad.

Ribera, Térmens y Frías (2009) reanalizaron el estado de las webs universitarias españolas transcurridos cinco años comprobando que tan solo diez de ellas cumplían la totalidad de las directrices de la WAI.

En el ámbito universitario finlandés, el estudio elaborado por Hashemian (2011) mostraba que únicamente el 30% de las webs cumplía satisfactoriamente con el nivel de conformidad A y que ninguna de ellas lograba alcanzar el nivel de conformidad AA.

El estudio elaborado por Vargas, Sepúlveda, Muñoz y Providel (2012) focalizado en el espacio web universitario chileno revelaba que ningún portal de los 58 evaluados llegaba al nivel mínimo de accesibilidad establecido por el W3C. La herramienta utilizada en esta ocasión fue TAW.

Roig-Vila, Ferrández y Ferri-Miralles (2014) analizaron 21 portales educativos utilizando TAW como herramienta automática de evaluación y el resultado mostraba que los portales analizados no cumplían con el estándar internacional WCAG 2.0.

Resultados muy severos fueron obtenidos por Laitano (2015) al analizar 20 universidades pertenecientes al espacio público argentino. Las dificultades de acceso fueron consideradas graves o muy graves. Laitano empleó Examinator y AChecker para la

evaluación de las WCAG 2.0, Markup Validation Service Validación del marcado HTML para analizar el código fuente de las webs y Colour Contrast Analyser para comprobar el contraste de colores.

La investigación realizada por Acosta-Vargas, Luján-Mora y Salvador-Ullauri (2016) relativa al ámbito universitario ecuatoriano denotaba que los estamentos analizados carecían de un nivel de accesibilidad aceptable. Los autores emplearon TAW como herramienta automática de evaluación.

Ismailova y Inal (2017) realizaron un test con Achecker entre las mejores universidades de Turquía, República Kirguisa, Azerbaiyán y Kazajstán, el resultado del mismo indicaba que la mayoría de ellas no cumplía con la normativa WCAG 2.0.

La accesibilidad web de las universidades sudafricanas fue analizada por Verkijika y De Wet (2018). Ninguna de las 26 universidades analizadas cumplía completamente con la normativa WCAG 2.0. Las herramientas utilizadas fueron Achecker y TAW.

Podemos observar que no solo se realizan estudios de accesibilidad web centralizados en países sino que también resulta común establecer comparativas entre diferentes regiones o continentes como las investigaciones de Shawar (2015) donde realizaba una comparativa entre las universidades del Reino Unido y estamentos universitarios pertenecientes a Jordania y a la región árabe. La autora utilizó en el estudio WAVE como herramienta automática de evaluación.

Alahmadi y Drew (2017) también utilizaron esta misma herramienta para comparar el estándar internacional en universidades del mundo, Oceanía y región árabe.

En todos estos estudios, los investigadores utilizaron diferentes herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad web. Se puede comprobar que la mayoría de las instituciones analizadas tenían o tienen dificultades en el cumplimiento de la normativa WCAG 2.0.

5.1.4. Propuestas de investigadores

La revisión de la literatura permite comprobar el elevado interés de los investigadores sobre la accesibilidad web. Los estudios se centran en las dificultades que experimentan los usuarios con diversidad funcional visual a la hora de visitar una página web (Bigham, Prince y Ladner, 2008; Borodin, Bigham, Dausch y Ramakrishnan, 2010; Chiang, Cole, Gupta, Kaiser y Starren, 2005; Cooper, Lowe y Taylor, 2008; Kane, Jayant, Wobbrock y Ladner, 2009; Leuthold, Bargas-Avila y Opwis, 2008). Algunos investigadores han focalizado sus estudios realizando análisis de usabilidad en los que los usuarios utilizaban mayoritariamente lectores de pantalla (Baguma y Lubega, 2008; Calvo, Iglesias y Moreno, 2014; Menzi-Çetin, Alemdağ, Tüzün y Yıldız, 2017; Murphy, Kuber, McAllister, Strain y Yu, 2008).

Un estudio muy destacado sobre discapacidad visual es el llevado a cabo por Lazar, Allen, Kleinman y Malarkey (2007) que mostraba la frustración de los usuarios que utilizaban lectores de pantalla al visitar una web. Las principales mejoras que demandaban los usuarios fueron:

- Un correcto etiquetado en los formularios
- Un uso adecuado de textos en los enlaces
- Proporcionar descripciones alternativas en las imágenes
- Mejorar la claridad de diseño de página
- La elaboración de archivos PDF accesibles

Muchas de las causas de frustración reportadas con más frecuencia eran en su momento y son actualmente relativamente fáciles de resolver para los diseñadores web. Ciertos investigadores han tratado de aportar soluciones en forma de aplicación infor-

mática a la problemática de la descripción alternativa de las imágenes que conforman los contenidos web.

Gupta, Kaiser, Neistadt y Grimm (2003) trataron de hacer más simple la web eliminando elementos que causaban incompatibilidades con los lectores de pantalla, como anuncios pop up o banners. La aplicación filtraba los contenidos consiguiendo una mejor percepción de los elementos, resultando beneficioso para las personas con discapacidad visual. Para llevar a cabo su propuesta emplearon la estructura de árbol del Document Object Model (DOM) para realizar una selección de la información contenida en la web.

Yesilada et al. (2004) diseñaron Dante, una aplicación ideada para hacer accesibles elementos de la web que pasaban desapercibidos o resultaban inaccesibles a los lectores de pantalla y por ende a los usuarios con discapacidad visual. El DOM fue utilizado para acceder a la información de cada página web y poder así realizar su propuesta. La Figura 5.1 muestra el diseño de Dante.

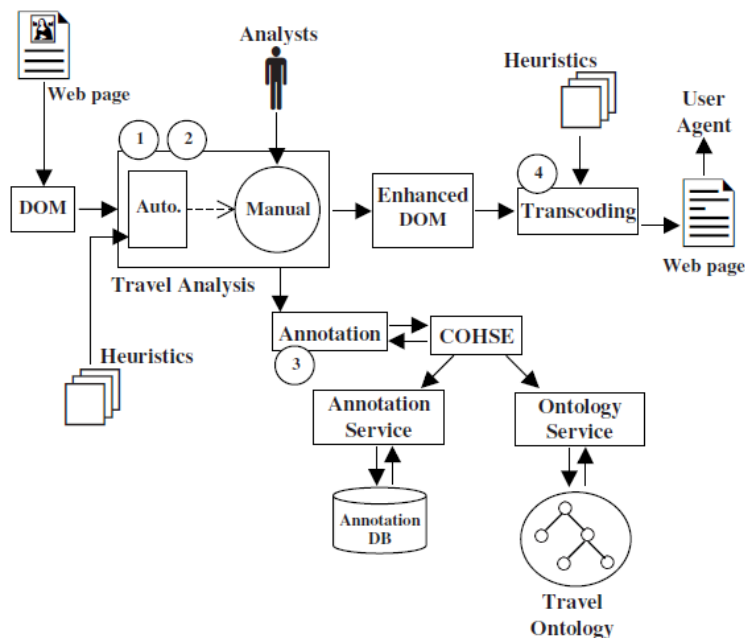


Figura 5.1 Arquitectura básica de Dante. Fuente: Yesilada et al. (2004)

Von Ahn y Dabbish (2004) propusieron un sistema de etiquetado de las imágenes basado en el juego en el que los propios usuarios de la web determinaban la descripción de las imágenes proporcionando etiquetas significativas. La intención de los autores era incrementar los niveles de accesibilidad web de manera efectiva para las personas con discapacidad visual evitando algoritmos complejos.

Hoy en día, el problema del diseño web y la discapacidad visual persiste y los investigadores continúan realizando estudios tratando de aportar soluciones óptimas para la omisión de las descripciones alternativas. Prueba de ello es la reciente investigación realizada por Wu, Wieland, Farivar y Schiller (2017) en la que diseñaron un sistema que identificaba rostros y objetos generando texto alternativo para usuarios de lectores de pantalla en Facebook. La Figura 5.2 muestra una representación del estudio.



Figura 5.2 Generación automática del atributo alt en imágenes en Facebook. Fuente: Wu et al. (2017)

Un trabajo muy actual es el llevado a cabo por Nengroo y Kuppusamy (2018) quienes recientemente han desarrollado el modelo AIMS, un sistema que automatiza el

proceso de aporte y visualización de descripciones alternativas en imágenes.

La Figura 5.3 muestra la arquitectura del modelo AIMS.

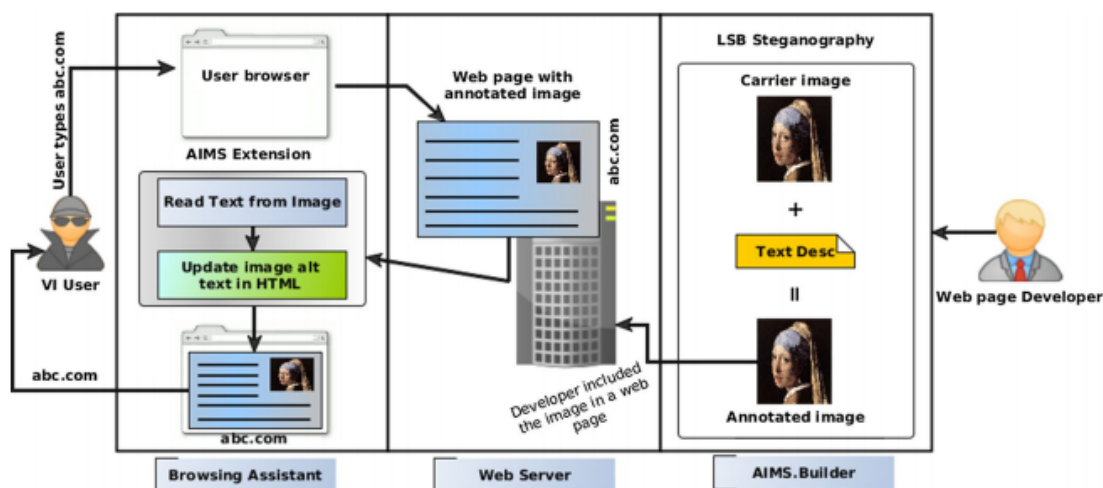


Figura 5.3 Arquitectura de AIMS. Fuente: Nengroo y Kuppusamy (2018)

Tras la revisión de las investigaciones se comprueba que el problema de la accesibilidad web continúa latente. Los investigadores han elaborado numerosos estudios para testear la normativa y detectar las dificultades de acceso en las webs. Algunos de ellos se han centrado en las barreras web que experimentan las personas con diversidad funcional visual. El error más frecuente reside principalmente en la omisión de alternativas textuales a contenido web no textual. Además de poner de manifiesto estas dificultades de acceso, ciertos investigadores han destinado sus esfuerzos en el diseño y desarrollo de aplicaciones o soluciones informáticas para tratar de reducir estas barreras web. El estudio de estas investigaciones muestra que algunas de estas soluciones informáticas, como ciertas herramientas de evaluación automática de la accesibilidad, están basadas en el modelo DOM que permite el acceso a la información contenida en los documentos HTML.

6

Método

El capítulo incluye la metodología que se ha empleado para llevar a cabo el estudio de accesibilidad web de los miembros de la FIUC. Debe destacarse que no existe ningún estudio acerca de la evaluación de la accesibilidad de los miembros de la FIUC.

La selección de la muestra analizada y su procedimiento para conseguir las direcciones web, la selección de las páginas a evaluar así como las herramientas utilizadas en el estudio. Para realizar el estudio se siguieron las recomendaciones del W3C para realizar estudios de accesibilidad. Como objeto de la evaluación seleccionaremos la normativa WCAG 2.0 y el nivel de conformidad AA para realizar la evaluación de los miembros de la FIUC. Se utilizaron diferentes navegadores como Firefox, Chrome o Internet Explorer para conocer las tecnologías que emplean las páginas web. Se seleccionaron el número y las páginas web a evaluar, pues no es posible evaluar todas y cada una de las páginas de cada sitio web. A continuación, se determinaron las herramientas que vamos a emplear en el análisis de accesibilidad web. En primer lugar, se utilizó el validador W3C Markup Validation Service para analizar la gramática HTML de las páginas web seleccionadas. Posteriormente se empleó WAVE para testear el contraste de colores empleado en las webs y por último TAW para realizar un análisis en base a la normativa WCAG 2.0. Finalmente se determinaron los errores en el cumplimiento

de la normativa WCAG 2.0 almacenando los resultados para posteriormente poder realizar un análisis completo.

6.1. Procedimiento

El estudio de accesibilidad web analizó el cumplimiento de las WCAG 2.0 nivel AA. Se utilizaron herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad y el navegador Internet explorer para realizar el análisis. Como objeto de la evaluación se seleccionó la página web inicial de cada estamento, elemento común en todas las instituciones. Se almacenaron los resultados de las evaluaciones para posteriormente ser analizadas con software estadístico.

6.1.1. Selección de páginas a evaluar de cada institución

Se seleccionó la página inicial de cada estamento pues es el documento más representativo y de mayor importancia de cualquier organismo. Se trata de un elemento común y relevante en todas las instituciones. Además, la página inicial contiene enlaces vinculantes a los espacios web más importantes de la institución y caso de no resultar accesible para un usuario, difícilmente podrá acceder a otras páginas. Además, en materia de diseño web resulta habitual utilizar una misma estructura base que se repite en otras páginas variando únicamente los contenidos. En segundo lugar, la metodología WCAG-EM elaborada por el W3C recomienda el análisis de este documento. Por último, como hemos podido comprobar tras la revisión de la literatura resulta habitual en las investigaciones de accesibilidad web utilizar únicamente la página inicial como foco del estudio. Por estos motivos y en coincidencia con investigaciones anteriores tomamos como referencia la página inicial de cada miembro de la FIUC para realizar el estudio de accesibilidad web.

6.1.2. Herramientas de evaluación

En el estudio de accesibilidad web se utilizaron herramientas automáticas de evaluación como en la mayoría de trabajos científicos de esta índole. Se utilizó W3C Markup Validation Service para averiguar si el código fuente de las webs ofrece una correcta interacción con los productos de apoyo que puede utilizar una persona con diversidad funcional para acceder a la web.

Se empleó WAVE para verificar si los elementos textuales tenían el contraste mínimo recomendado por el W3C.

Por último, se utilizó TAW para analizar las webs en base a la normativa WCAG 2.0. Para realizar el estudio se empleó el navegador Internet Explorer.

En todos los análisis existieron direcciones URL de instituciones que las herramientas no pudieron analizar. En todos los casos, los resultados del análisis de cada institución fueron almacenados en un documento excel.

6.1.2.1. W3C Markup Validation Service

En primer lugar, se hizo uso de W3C Markup Validation Service para analizar la gramática HTML de las páginas web seleccionadas. Esta aplicación permite introducir una URL y analizar el código HTML de manera online. Se almacenaron los errores (*errors*) y las advertencias (*warnings*) obtenidas en cada evaluación de cada web.

6.1.2.2. WAVE

Se empleó WAVE para evaluar las combinaciones de color de primer plano y de color de fondo de la presentación visual de las webs seleccionadas. La herramienta permite analizar online una URL dando como resultado un informe en el que muestra el número de errores de accesibilidad web (*errors*), advertencias (*warnings*) y errores de contraste detectados (*contrast errors*).

6.1.2.3. TAW

Por último, se utilizó TAW para revisar los elementos estructurales que conforman las páginas web. Tras introducir en su web la URL a analizar, se seleccionó el nivel de análisis AA. Posteriormente, se almacenaron los datos clasificados por principios, pautas y puntos de verificación.

6.2. Análisis de datos

Todos los análisis fueron realizados en los meses de noviembre y diciembre del año 2017. Se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos con las herramientas W3C Markup Validation Service y WAVE usando los programas Excel y SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, versión 22). Se analizó su distribución para las variables de estudio y también las medidas de tendencia central y de dispersión. Los resultados obtenidos por la herramienta TAW fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS mediante pruebas no paramétricas de contraste de hipótesis, a fin de estimar las diferencias observadas entre las unidades de estudio agrupadas geográficamente.

6.3. Muestra del estudio

La página web de la FIUC no dispone de un apartado donde se muestren la totalidad de sus miembros. Para conseguir las direcciones web de las universidades se consultó el apartado miembros de la página web de la FIUC realizando una búsqueda individual por país (Figura 6.1).

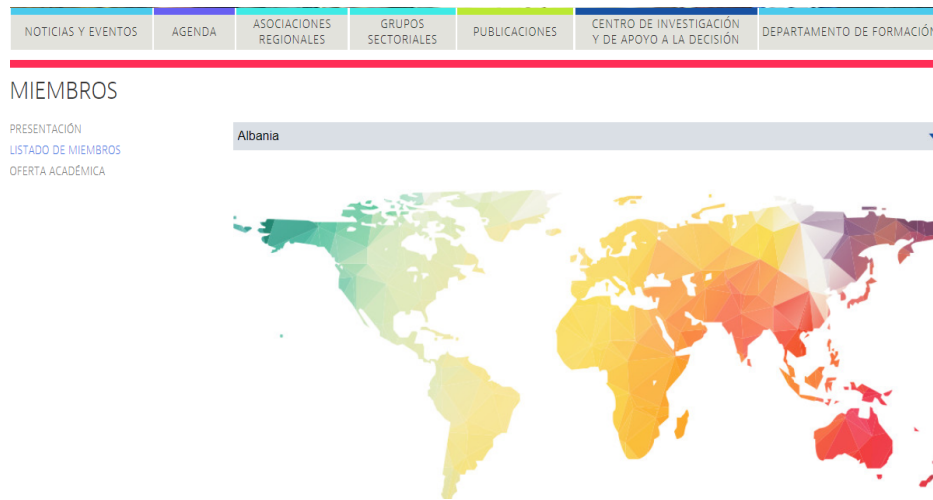


Figura 6.1 Captura de pantalla de la página web de la FIUC. Fuente: Elaboración propia

Tras visitar cada enlace de cada país, se almacenaron las direcciones web de las universidades pertenecientes a cada país. Pese a que la web de la FIUC nos informa de que la constituyen 219 universidades e instituciones de educación superior, tan sólo se obtuvieron 197 direcciones web válidas como puede observarse en la Tabla 6.1. Debe tenerse en cuenta que se encontraron restricciones en el acceso web a determinadas instituciones.

Tabla 6.1 Código, Estamento y dirección web de los estamentos de la FIUC evaluados

Código	Universidad	Dirección web
1	Assumption College	www.assumption.edu/
2	Assumption University	www.au.edu/
3	Ateneo de Manila University	www.admu.edu.ph/
4	Ateneu Universitari Sant Pacià	www.edusantpacia.cat
5	Atma Jaya Katolik University	www.atmajaya.ac.id/web/
6	Australian Catholic University	www.acu.edu.au/
7	Bethlehem University	www.bethlehem.edu/

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
8	Boston College	www.bc.edu/
9	Catholic Distance University	www.cdu.edu/
10	Catholic University of Daegu	www.cu.ac.kr/index.htm
11	Catholic University of Ghana	www.cug.edu.gh/
12	Centro Sèvres	www.centresevres.com/
13	Centro Universitario São Camilo	www.saocamilo-sp.br/novo/
14	Christ University	www.christuniversity.in/
15	Collège Dominicain de Philosophie et Théologie	www.dominicanu.ca/
16	De La Salle University Dasmariñas	www.dlsud.edu.ph/
17	De La Salle University Manila	www.dlsu.edu.ph/
18	De Paul University	www.depaul.edu/Pages/default.aspx
19	DeSales University	www.desales.edu/
20	Dharmaram Vidya Kshetram	www.dvk.in
21	Don Bosco Technological Institute	www.donbosco.net/iusasia/png/dbti.htm
22	Faculté de Théologie et de Sciences Religieuses, Université LAVAL	www.ftsr.ulaval.ca/
23	Facultés Universitaires Saint-Louis	www.fusl.ac.be/
24	Fundación Universitaria Claretiana	www.uniclaretiana.edu.co/
25	Fundación Universitaria Juan de Castellanos	www.jdc.edu.co/
26	Fundación Universitaria Monserrate	www.unimonserrate.edu.co/
27	Georgetown University	www.georgetown.edu/

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
28	Helmo Gramme	www.helmo.be/CMS/Institution/Instituts/HELMo-Gramme/Accueil.aspx
29	Heythrop College	www.heythrop.ac.uk/
30	Holy Family University	www.holyfamily.edu/
31	Institución Universitaria Salazar y Herrera	www.iush.edu.co/
32	Institut Catholique de Paris	www.icp.fr/
33	Institut Catholique de Toulouse	www.ict-toulouse.fr/fr/index.html
34	Istituto Universitario Sophia	www.iu-sophia.org/
35	Jesus and Mary College	www.jmc.ac.in/
36	Jnana Deepa Vidyapeeth (Pontifical Athenaeum)	www.jdv.edu.in/
37	Katholicka Univerzita v Ruzomberku	www.ku.sk/
38	Katholieke Universiteit Leuven	www.kuleuven.be/english/
39	Katholische Hochschule Mainz	www.kh-mz.de
40	Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt	www.ku-eichstaett.de
41	Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II	www.kul.pl/
42	King's University College/	www.kings.uwo.ca/
43	Leeds Trinity University	www.leedstrinity.ac.uk/pages/default.aspx

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
44	Libera Università 'Maria SS. Assunta' (LUMSA)	www.lumsa.it/
45	Loyola Marymount University	www.lmu.edu/
46	Loyola University Chicago	www.luc.edu/
47	Madonna University	www.madonnauniversity.edu.ng/
48	Mar Ivanios College	www.marivanioscollege.ac.in/
49	Mary Immaculate College	www.mic.ul.ie/Pages/default.aspx
50	Miriam College	www.mc.edu.ph/
51	Nanzan University	www.nanzan-u.ac.jp/
52	Newman Theological College	www.newman.edu/
53	Newman University	www.newman.ac.uk/
54	Notre Dame University Louaize	www.ndu.edu.lb/
55	Pontificia Universidad Católica de Argentina	www.uca.edu.ar/index.php/home/index/es
56	Pontificia Universidad Católica de Chile	www.uc.cl/
57	Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico	www.pucpr.edu/
58	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	www.pucv.cl
59	Pontificia Universidad Católica del Ecuador	www.puce.edu.ec/portal/content/Pontificia %20Universidad %20Cat %C3 %B3lica %20del link=oln266n.redirect %20Ecuador/0?

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
60	Pontificia Universidad Católica del Perú	www.pucp.edu.pe/
61	Pontificia Universidad Javeriana	www.javeriana.edu.co/home#.VJR8BkDFUIY
62	Pontificia Universidade Católica de Campinas	www.puc-campinas.edu.br/
63	Pontificia Universidade Católica de Goiás	www.pucgoias.edu.br
64	Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais	www.pucmg.br/destaques/destaques.php
65	Pontificia Universidade Católica de São Paulo	www.pucsp.br/
66	Pontificia Universidade Católica do Paraná	www.pucpr.br/
67	Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro	www.puc-rio.br/index.html
68	Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	www.pucrs.br/portal/
69	Pontificia Università Antonianum	www.antonianum.eu/it
70	Pontificia Università Gregoriana	www.unigre.it/home_page_en.php
71	Pontificia Università San Tommaso d'Aquino	www.pust.it/index.php?lang=it
72	Pontificio Ateneo “Regina Apostolorum”	www.uprait.org/

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
73	Pontificio Ateneo San Anselmo	www.anselmianum.com
74	Pontificio Istituto Biblico	www.biblico.it/
75	Providence University	www.pu.edu.tw/
76	Radboud Universiteit Nijmegen	www.ru.nl/
77	Rajagiri College of Social Sciences	www.rajagiri.edu/
78	Real Centro Universitario Escorial- María Cristina	www.rcumariacristina.com/
79	Sacred Heart College	www.shcollege.ac.in/Webpermission/ Index.aspx
80	Saint Augustine University of Tan- zania	www.saut.ac.tz/
81	Saint John's University (NY)	www.stjohns.edu/
82	Saint Louis University	www.slu.edu.ph/
83	Saint Mary's University	www.stmarys-belfast.ac.uk/
84	Saint Mary's College of California	www.stmarys-ca.edu/
85	Salesian College	www.salesiancollege.in/
86	Seattle University	www.seattleu.edu/
87	Sogang University	www.sogang.ac.kr/english/
88	Sophia University	www.sophia.ac.jp/eng/e_top
89	St. Bede's College	www.stbedescollege.in/Bedes2/Home.php
90	St. Jerome's University	www.sju.ca/
91	St. Mary's University	www.stmu.ca/
92	St. Mary's University Twickenham London	www.stmarys.ac.uk/

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
93	Stella Maris College	www.stellamariscollege.org/
94	The Catholic University of America	www.cua.edu
95	The Catholic University of Eastern Africa	www.cuea.edu/
96	The Catholic University of Korea	www.catholic.ac.kr/english/main/main.html
97	The University of Notre Dame Australia	www.nd.edu.au/
98	Uganda Martyrs University	www.umu.ac.ug/
99	Universidad Anahuac	www.anahuac.mx/Pages/NvoHome.aspx
100	Universidad Anáhuac Mayab	www.anahuacmayab.mx/
101	Universidad Anáhuac Puebla	www.anahuacpuebla.org
102	Universidad Cardenal Herrera CEU	www.uchceu.es/
103	Universidad Católica 'Andrés Bello'	www.ucab.edu.ve/
104	Universidad Católica Boliviana "San Pablo"	www.ucb.edu.bo/Nacional/Forms/Index.aspx
105	Universidad Católica de Ávila Santa Teresa de Jesús	www.ucavila.es
106	Universidad Católica de Colombia	www.ucatolica.edu.co/easyWeb/
107	Universidad Católica de Córdoba	www.ucc.edu.ar/portalnuevo/
108	Universidad Católica de Costa Rica	www.ucatolica.ac.cr/
109	Universidad Católica de Cuenca	www.ucacue.edu.ec/

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
110	Universidad Católica de Honduras 'Nuestra Señora Reina de la Paz'	www.unicah.edu/
111	Universidad Católica de La Plata	www.ucalp.edu.ar/
112	Universidad Católica de la Santísima Concepción	www.ucsc.cl/
113	Universidad Católica de Manizales	www.ucm.edu.co/
114	Universidad Católica de Oriente	www.uco.edu.co/web/portal/home.html
115	Universidad Católica de Pereira	www.ucp.edu.co/
116	Universidad Católica de Salta	www.ucasal.edu.ar
117	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	www2.ucsg.edu.ec/
118	Universidad Católica del Maule	www.ucm.cl/
119	Universidad Católica del Norte	www.ucn.cl/no_flash.asp
120	Universidad Católica del Uruguay	www.ucu.edu.uy/
121	Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote	www.uladech.edu.pe/
122	Universidad Católica Luis Amigó	www.funlam.edu.co/
123	Universidad Católica 'Nuestra Señora de la Asunción'	www.uc.edu.py/
124	Universidad Católica San Antonio de Murcia	www.ucam.edu/
125	Universidad Católica San Pablo	www.ucsp.edu.pe/
126	Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	www.usat.edu.pe/

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
127	Universidad Católica Sedes Sapientiae	www.ucss.edu.pe/
128	Universidad Central de Bayamon	www.ucb.edu.pr/
129	Universidad de Deusto	www.deusto.es/servlet/Satellite/Page/1334665535266/_cast/%231334665535266/c0/Inicio
130	Universidad de La Salle	www.ulasalle.ac.cr/
131	Universidad de la Salle	www.lasalle.edu.co/wps/portal/Home/Principal
132	Universidad de San Buenaventura	www.usbbog.edu.co/
133	Universidad del Noreste de México A.C.	www.unm.edu.mx
134	Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino	www.unsta.edu.ar/
135	Universidad del Salvador	www.usal.edu.ar/
136	Universidad del Valle de Atemajac	www.univa.mx/site/
137	Universidad Femenina del Sagrado Corazón	www.unife.edu.pe/#prettyPhoto
138	Universidad Francisco de Vitoria	www.ufv.es/inicio
139	Universidad Iberoamericana	www.iberomx.com/
140	Universidad Intercontinental	www.uic.edu.mx/
141	Universidad La Salle, A.C.	www.lasalle.mx/
142	Universidad Loyola Andalucía	www.uloyola.es
143	Universidad Mariana	www.umariana.edu.co/

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
144	Universidad Pontificia Bolivariana	www.upb.edu.co/portal/page?_pageid=954,1&_dad=portal&_schema=PORTAL
145	Universidad Pontificia Católica 'Madré y Maestra'	www.pucmm.edu.do/
146	Universidad Pontificia Comillas	www.upco.es/es/
147	Universidad Pontificia de Salamanca	www.upsa.es/
148	Universidad Rafael Landívar	www.url.edu.gt/Portalurl/
149	Universidad Ramón Llull	www.url.edu/
150	Universidad San Jorge	www.usj.es
151	Universidad San Pablo CEU	www.ceu.es/
152	Universidad Santo Tomás	www.usta.edu.co/
153	Universidad Simón Bolívar	www.usb.edu.mx/
154	Universidad Técnica Particular de Loja	www.utpl.edu.ec/
155	Universidad Vasco de Quiroga	www.uvaq.edu.mx/
156	Universidade Católica de Angola	www.ucan.edu/www14/index.php
157	Universidade Católica de Brasília	www.ucb.br/
158	Universidade Católica de Moçambique	www.ucm.ac.mz/cms/
159	Universidade Católica de Pelotas	www.ucpel.edu.br/portal/
160	Universidade Católica de Pernambuco	www.unicap.br/home/

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
161	Universidade Católica de Petropolis	www.ucp.br/
162	Universidade Católica do Salvador	www.ucsal.br/
163	Universidade Católica Portuguesa	www.ucp.pt/site/custom/template/ucptplportalhome.asp?sspageid=1&lang=1
164	Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	www.unisinos.br/
165	Università Cattolica del Sacro Cuore	www.unicatt.it/
166	Università Pontificia Salesiana	www.unisal.it/
167	Universitair Centrum Sint-Ignatius Antwerpen, UCSIA	www.ucsia.org/
168	Universitas Studiorum Catholica Croatica Zagabria	www.unicath.hr/
169	Universitat Abat Oliba CEU	www.uaoc.eu.es
170	Université Antonine	www.upa.edu.lb/
171	Université Catholique d'Afrique Centrale	www.ucac-icy.net/
172	Université Catholique d'Afrique de l'Ouest (UCAO)	www.ucao-uut.tg/
173	Université Catholique de Bukavu	www.ucbukavu.cd/
174	Université Catholique de Kabgayi	www.cur.ac.rw
175	Université Catholique de Lille	www.univ-catholille.fr/
176	Université Catholique de l'Ouest	www.uco.fr/

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
177	Université Catholique de Louvain	www.uclouvain.be/index.html
178	Université Catholique de Lyon	www.univ-catholyon.fr/
179	Université Catholique du Bon Conseil	www.unizkm.al
180	Université Catholique du Graben	www.ucgraben.net/
181	Université de Namur	www.unamur.be/
182	Université La Sagesse	www.uls.edu.lb/
183	Université Notre Dame d'Haïti	www.undh.edu.ht/
184	Université Notre Dame du Kasayi	www.uka-rdc.org/
185	Université Saint Esprit de Kaslik	www.usek.edu.lb/en/USEK-Homepage
186	Université Saint Joseph de Beyrouth	www.usj.edu.lb/
187	Université Sainte-Famille	www.usf.edu.lb/
188	Universiteit van Tilburg	www.tilburguniversity.edu/
189	University of Notre Dame	www.nd.edu/
190	University of Saint Joseph	www.usj.edu.mo/en/
191	University of Saint Thomas	www.stthomas.edu/
192	University of Santo Tomas	www.ust.edu.ph/
193	University of the Sacred Heart	www.u-sacred-heart.ac.jp/index.html
194	Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszynskiego	www.uksw.edu.pl/
195	Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie	www.pat.krakow.pl/
196	Villanova University	www1.villanova.edu/main.html

Tabla 6.1 continúa de la página anterior

Código	Universidad	Dirección web
197	Walsh University	www.walsh.edu/

A pesar de no obtener todas las direcciones web de los miembros de la FIUC, finalmente se obtuvieron 197 pertenecientes a distintos países y continentes. Constituyendo así uno los estudios de accesibilidad web con mayor número de webs analizadas realizado hasta la fecha. Se utilizaron diferentes navegadores como Firefox, Chrome o Internet Explorer para visitar y conocer las tecnologías empleadas en los sitios web. Con objeto de observar la variedad de países que forman parte del estudio, las instituciones se agruparon por país tomando como referencia el análisis preliminar realizado por la herramienta TAW (Tabla 6.2).

Tabla 6.2 Países, frecuencia y porcentaje de las webs analizadas de estamentos de la FIUC evaluados

País	Frecuencia	Porcentaje
Estados Unidos	16	8.5
España	15	8
Brasil	13	6.9
Colombia	13	6.9
Italia	11	5.9
India	10	5.3
México	8	4.3
Argentina	6	3.2
Canadá	6	3.2
Filipinas	6	3.2

Tabla 6.2 continúa de la página anterior

País	Frecuencia	Porcentaje
Francia	6	3.2
Líbano	6	3.2
Bélgica	5	2.7
Chile	5	2.7
Perú	5	2.7
Ecuador	4	2.1
Polonia	4	2.1
Reino Unido	4	2.1
Alemania	3	1.6
Japón	3	1.6
República Democrática del Congo	3	1.6
Australia	2	1.1
Corea del Sur	2	1.1
Costa Rica	2	1.1
Paises Bajos	2	1.1
Puerto Rico	2	1.1
Albania	1	0.5
Angola	1	0.5
Bolivia	1	0.5
Camerún	1	0.5
Costa de Marfil	1	0.5

Tabla 6.2 continúa de la página anterior

País	Frecuencia	Porcentaje
Croacia	1	0.5
Eslovaquia	1	0.5
Ghana	1	0.5
Guatemala	1	0.5
Honduras	1	0.5
Irlanda	1	0.5
Kenia	1	0.5
Macau SAR	1	0.5
Mozambique	1	0.5
Nigeria	1	0.5
Palestina	1	0.5
Papúa Nueva Guinea	1	0.5
Paraguay	1	0.5
Portugal	1	0.5
República Dominicana	1	0.5
Ruanda	1	0.5
Tailandia	1	0.5
Taiwán	1	0.5
Tanzania	1	0.5
Uganda	1	0.5
Uruguay	1	0.5
Total	188	100

El país con mayor representación en el presente análisis de accesibilidad web es Estados Unidos seguido de España, Brasil, Colombia e Italia.

7

Resultados

El capítulo muestra los resultados del análisis realizado en base a la normativa WCAG 2.0 con distintas herramientas de evaluación de la accesibilidad web. En primer lugar se ha analizado la codificación HTML de las páginas web utilizando el validador W3C Markup Validation Service. Posteriormente, se ha utilizado WAVE para verificar el contraste empleado en los elementos textuales de las webs analizadas. Por último, se ha realizado un estudio en base a la normativa WCAG 2.0 utilizando TAW. El capítulo incluye diferentes tipos de análisis en función de las evaluaciones realizadas: análisis de los errores encontrados en los principios y las pautas, análisis de la distribución de los errores en la población formada por las webs estudiadas, y un estudio comparativo por continente. Los resultados proporcionados por las herramientas automáticas concluyen que las webs de los miembros de la FIUC no están diseñadas para ofrecer un acceso equitativo a la información y que presentan barreras web o dificultades de acceso para las personas con discapacidad. El capítulo finaliza con una discusión de los resultados y un apartado de recomendaciones técnicas y propuestas de mejora que incrementaría el grado de accesibilidad de las webs analizadas en el estudio.

7.1. Análisis proporcionado por W3C Markup Validation Service

El análisis realizado con el validador W3C Markup Validation Service tuvo lugar en los meses de noviembre y diciembre del año 2017. Únicamente cuatro de las 188 instituciones analizadas presentaron un código fuente libre de errores. En datos porcentuales, el 98% de las webs analizadas contienen errores en la codificación HTML (Figura 7.1). Los resultados del análisis pueden consultarse en el apéndice C.



Figura 7.1 Porcentaje de miembros de la FIUC que presentan errores en el código HTML. Fuente: Elaboración propia

7.2. Análisis proporcionado por WAVE

Los resultados proporcionados por la herramienta WAVE indican que el 92% de las instituciones analizadas presentan combinaciones inadecuadas de color de primer plano y de color de fondo de la presentación visual (Figura 7.2).

Los resultados del análisis pueden consultarse en el apéndice D.

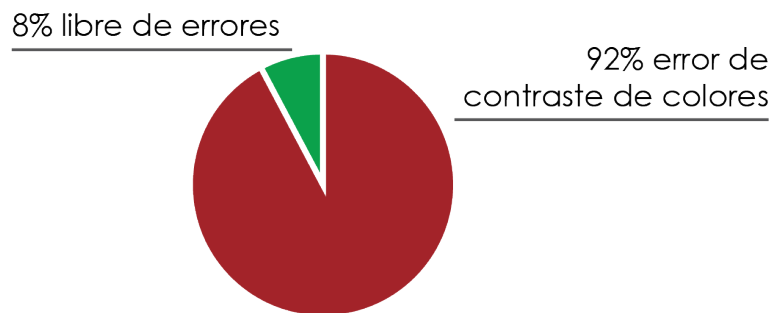


Figura 7.2 Porcentaje de miembros de la FIUC con errores de contraste de colores. Fuente: Elaboración propia

7.3. Análisis proporcionado por TAW

La herramienta TAW pudo efectuar el análisis en base a la normativa WCAG 2.0 en 188 páginas web de instituciones de la FIUC y detectó errores de accesibilidad web en la totalidad de las webs. Los resultados del análisis efectuado en cada institución pueden consultarse en el apéndice E.

7.3.1. Principios

La Tabla 7.1 muestra los estadísticos descriptivos de los errores obtenidos en cada principio y también de la suma de los errores de todos los principios en la variable *Total de Errores*.

Tabla 7.1 Estadísticos descriptivos de los errores detectados en cada principio y en la suma de errores de los cuatro principios en las webs analizadas

Principio	Errores	Min-Max	X(SD)	IC (95%)	Mdn	Asimetría	Curtosis
Perceptible	4856	0-266	25.8 (35.5)	[20.8, 30.9]	15	3.8 (.2)	19.6 (.4)
Operable	3135	0-145	16.7 (20.3)	[13.8, 19.6]	9	2.7 (.2)	10.5(.4)
Comprensible	772	0-120	4.1 (12.5)	[2.3, 5.9]	2	8.5 (.2)	76.1 (.4)

Tabla 7.1 continúa de la página anterior

Principio	Errores	Min-Max	X(SD)	IC (95%)	Mdn	Asimetría	Curtosis
Robusto	3920	0-232	20.9 (35.9)	[15.9, 25.8]	9	3.6 (.2)	15.2 (.4)
Total de Errores	12683	1-561	67.5 (77.9)	[56.3, 78.6]	48	3.4 (.2)	15.9 (.4)

TAW detecta un total de 12683 errores de accesibilidad web, el principio que acumula mayor número de errores es Perceptible, seguido de los principios Robusto y Operable. El principio con menor número de errores es Comprensible (Figura 7.3).

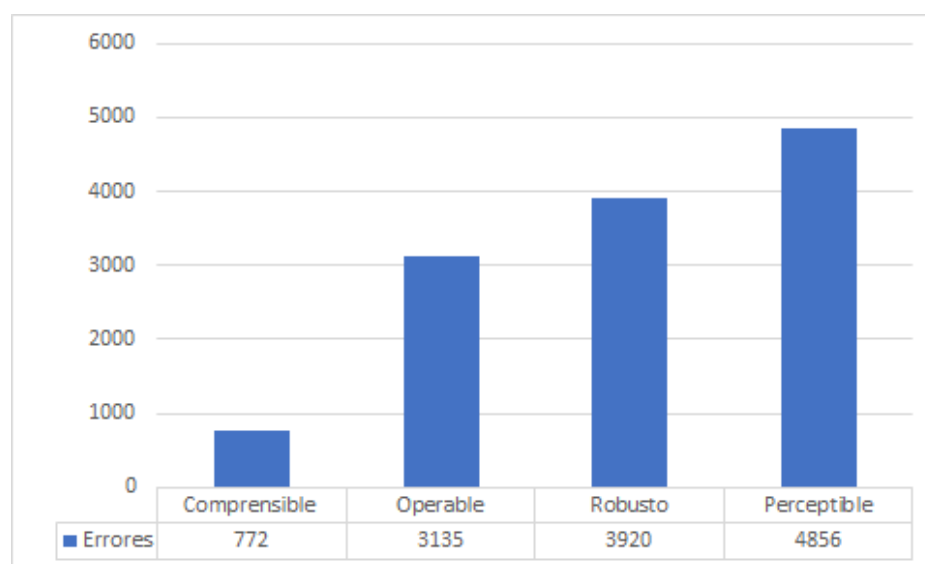


Figura 7.3 Errores de accesibilidad web categorizados por principio

Los errores detectados en el principio Perceptible han sido 4856, lo que supone el 38% del total. Se han detectado 3920 errores en el principio Robusto, que corresponde al 31% del total. El número de errores en el principio Operable ha sido 3135, es decir, el 25% del total de los errores. En la población estudiada el principio Comprensible acumula solamente 772 errores que suponen el 6% del total (Figura 7.4)

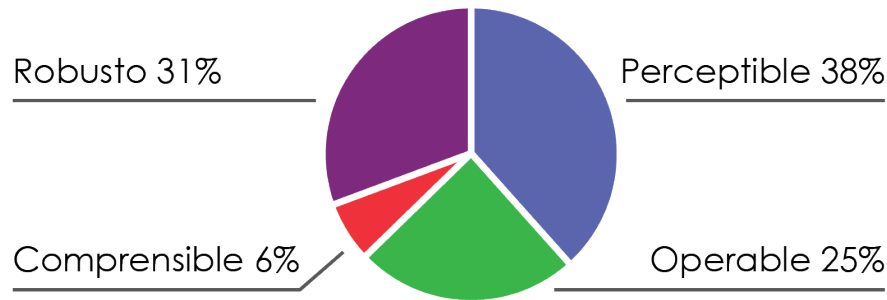


Figura 7.4 Porcentaje de error asociado a cada principio

En datos porcentuales, la suma de los errores de los principios Perceptible y Robusto constituye el 69% de los errores totales.

7.3.2. Análisis de la distribución de los errores

El valor de *Total de Errores* tiene un rango que oscila entre un mínimo de 1 y un máximo de 561, con un promedio de 67.5 errores. Su distribución es claramente asimétrica positiva¹ (asimetría = 3.4) y leptocúrtica (curtosis = 15.9), debido a la acumulación de webs cuyas puntuaciones de sitúan en el extremo inferior de la escala y marcada escasez de webs con puntuaciones en el extremo superior de la escala. En este tipo de distribuciones se considera que la mejor medida de tendencia central no es la media, sino la mediana (Pardo, Ruiz y San Martín, 2009), que tiene un valor de 48 errores. Este valor central de la distribución debe considerarse alto, por lo que se puede afirmar que la cantidad de errores totales es elevada en el conjunto de las webs analizadas. Se puede observar la distribución en el histograma de frecuencias de la Figura 7.5.

¹La distribución es simétrica y mesocúrtica cuando el valor de los índices de asimetría y curtosis están próximos a cero. En la distribución que estudiamos el valor resultante del cociente entre el índice de asimetría y su error típico es 17 y queda muy lejos del intervalo -2 y 2 que se toma como referencia para considerar simétrica a la distribución. De la misma manera el valor resultante al dividir el índice de curtosis entre su error típico es 39.8, valor que queda fuera del intervalo -2 y 2, donde se considera la distribución mesocúrtica.

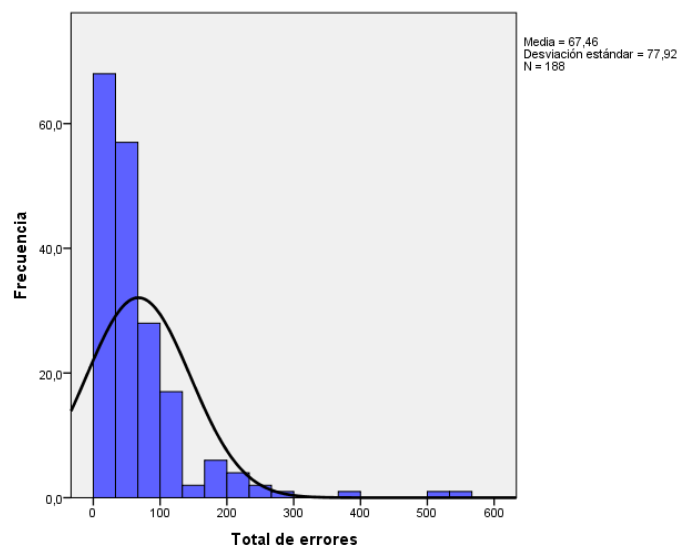


Figura 7.5 Histograma de frecuencias para Total de errores. Fuente: Elaboración propia

El rango intercuartílico de esta distribución es 61.25 ($Q1 = 22.25$; $Q2 = 48$; $Q3 = 83.50$), es decir, el 25% de las webs analizadas tienen 22.25 errores o menos y el 50% tienen 48 errores o menos. En el diagrama de cajas y bigotes (Figura 7.6) se aprecia claramente la presencia de nueve elementos atípicos cuyo promedio es de 214.8 errores y cuatro extraordinariamente atípicos con promedio de 443.25 errores. Estos elementos atípicos junto con la acumulación de datos entorno a la mediana condicionan el carácter asimétrico y leptocúrtico de la distribución.

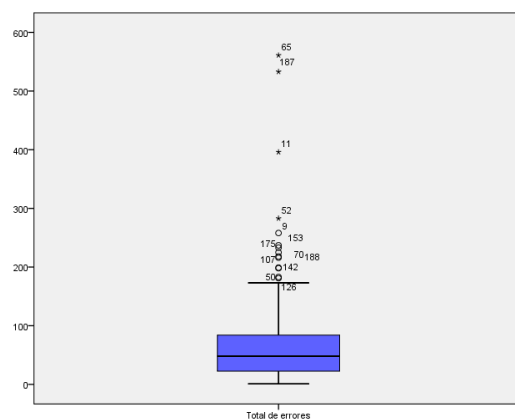


Figura 7.6 Diagrama de cajas y bigotes para Total de Errores.

7.3.3. Pautas

Para realizar un análisis en profundidad categorizamos los errores por Pauta.

La Tabla 7.2 muestra los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en el análisis para cada Pauta.

Tabla 7.2 Estadísticos descriptivos para los errores de accesibilidad web clasificados por Pauta

Pauta	Errores	Mín-Max	\bar{X} (SD)	IC (95%)	Mdn	Asimetría	Curtosis
Alternativas textuales	2570	0-134	13.7 (20.1)	[10.8, 16.5]	6.5	3.1 (.2)	12.6 (.4)
Medios basados en el tiempo	0	-	-	-	0	-	-
Adaptable	2286	0-132	12.2 (20.4)	[9.2, 15.1]	6	3.7 (.2)	15.7 (.4)
Distinguible	0	-	-	-	0	-	-
Accesible mediante el teclado	0	-	-	-	0	-	-
Tiempo suficiente	20	0-8	0.1 (0.7)	[0.0, 0.2]	0	10.3 (.2)	121.6 (.4)
Provocar ataques	0	-	-	-	0	-	-
Navegable	3115	0-144	16.6 (20.3)	[13.7, 19.5]	9	2.7 (.2)	10.3 (.4)
Legible	47	0-1	0.3 (0.4)	[0.2, 0.3]	0	1.2 (.2)	-0.7 (.4)
Predecible	60	0-3	0.3 (0.6)	[0.2, 0.4]	0	1.8 (.2)	3.1 (.4)
Introducción de datos asistida	665	0-120	3.5 (12.5)	[1.8, 5.3]	1	8.5 (.2)	76.9 (.4)
Compatible	3920	0-232	20.9 (34.9)	[15.9, 25.8]	9	3.6 (.2)	15.2 (.4)

En la Figura 7.7 observamos que la pauta Compatible es la que presenta mayor número de errores ($n = 3920$). La segunda pauta con mayor número de incidencias es Navegable ($n = 3115$).

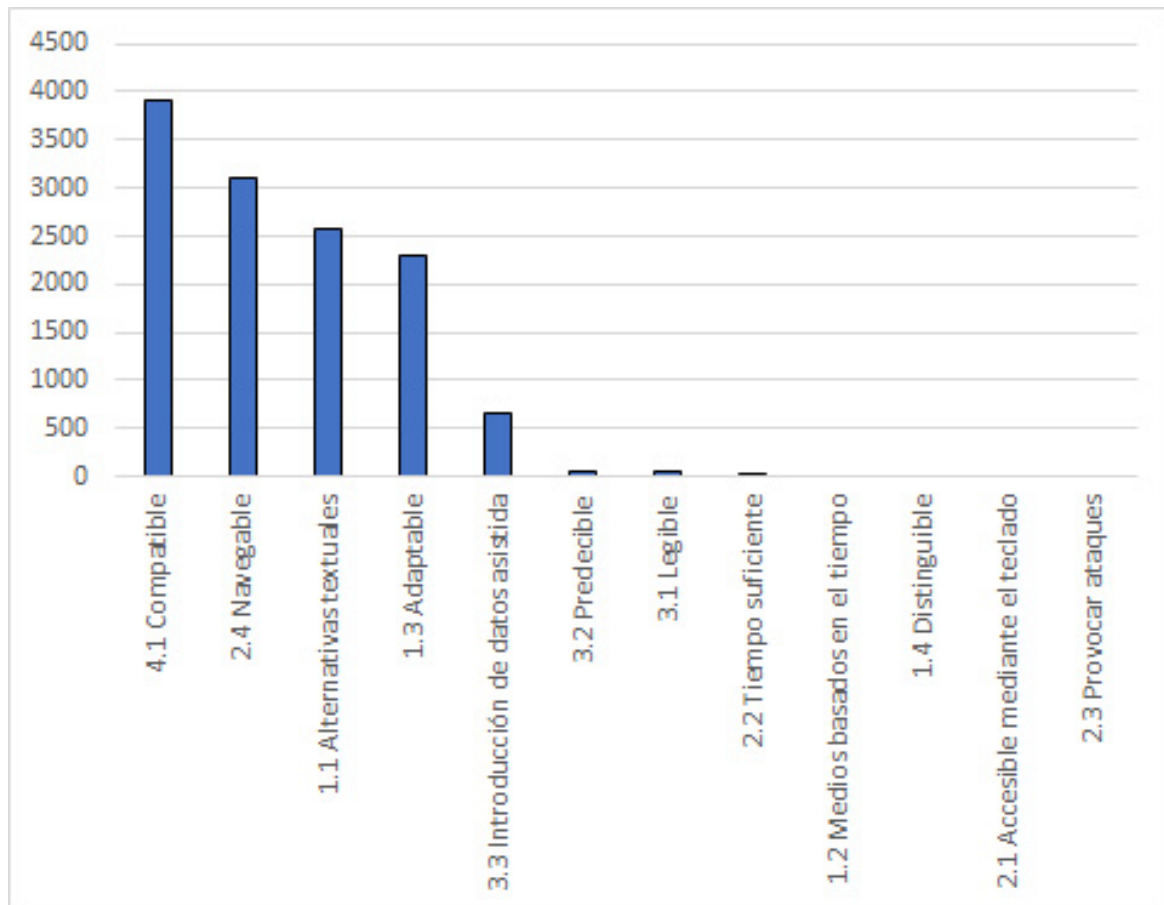


Figura 7.7 Pautas de accesibilidad web ordenadas por número de errores. Fuente: Elaboración propia

Agrupando los errores de las pautas Alternativas textuales ($n = 2570$) y Adaptable ($n = 2286$) comprobamos que el principio Perceptible es el que acumula mayor cantidad de errores y, por tanto, precisa más mejoras en accesibilidad web.

7.3.3.1. Pautas del principio Perceptible

Los resultados del análisis muestran que en el principio Perceptible las pautas que contienen el mayor número de errores son Alternativas textuales y Adaptable (Figura 7.8).

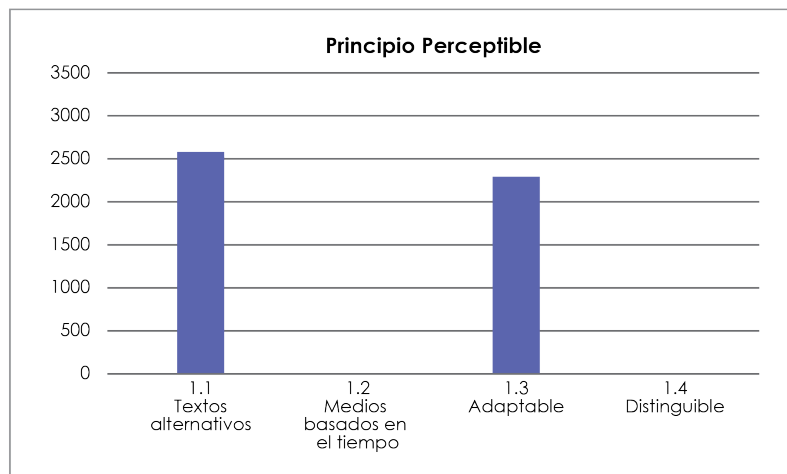


Figura 7.8 Errores de accesibilidad web de las pautas del principio Perceptible

Los errores más destacados que detecta TAW en las páginas web analizadas son:

- Imágenes sin textos alternativos o bien textos no adecuados en la descripción alternativa
- Enlaces consecutivos de texto e imágenes al mismo recurso
- Errores en el diseño y estructura de las páginas web como encabezados del mismo nivel sin contenido entre ellos
- Errores en el etiquetado de formularios
- Uso inadecuado de etiquetas para la presentación

7.3.3.2. Pautas del principio Operable

Los resultados del análisis en base a las pautas del principio Operable pueden observarse en la Figura 7.9.

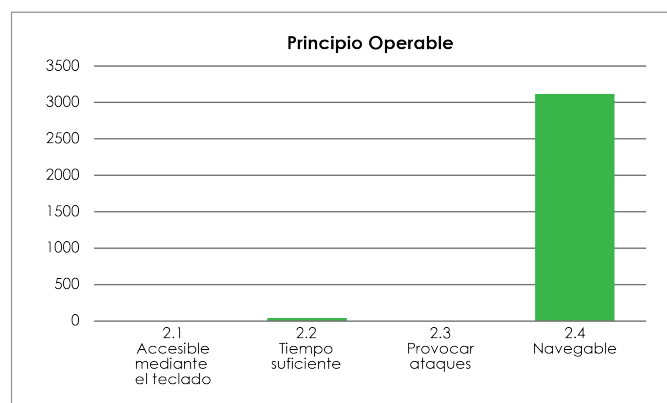


Figura 7.9 Errores de accesibilidad web de las pautas del principio Operable.

La herramienta encuentra un número elevado de incidencias en la pauta Navegable, el error más común reside en la existencia de enlaces sin contenido textual.

7.3.3.3. Pautas del principio Comprensible

En el principio Comprensible TAW detecta errores de accesibilidad web principalmente en la pauta Introducción de datos asistida (Figura 7.10).

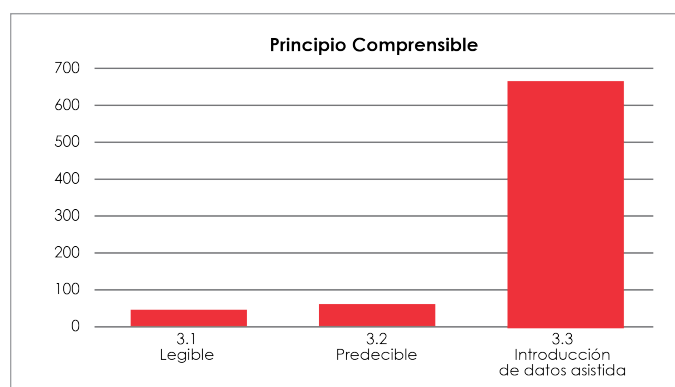


Figura 7.10 Errores de accesibilidad web de las pautas del principio Comprensible.

La herramienta advierte usos inadecuados del etiquetado de los formularios existentes en las páginas web, omisión de mecanismos que informen a un usuario que va a navegar a otra página e incluso errores en la declaración del idioma del documento HTML.

7.3.3.4. Pautas del principio Robusto

En referencia al principio Robusto, la herramienta TAW detecta errores en el código fuente de las páginas web analizadas, los más comunes son la omisión de cierre de las etiquetas (*tags*) y la presencia de *Id* y atributos duplicados.

7.3.4. Análisis de la distribución del número de errores por Pauta

Como cabía esperar después de haber analizado las distribuciones del número de errores por Principio, las distribuciones de éstos por Pautas también son asimétricas y leptocúrticas para todos los casos (Figuras 7.11, 7.12, 7.13, 7.14, 7.15, 7.16).

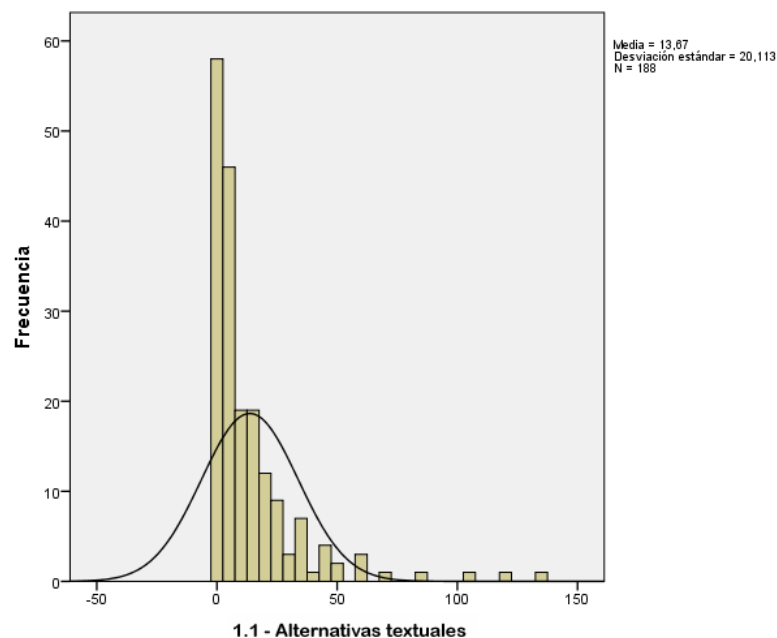


Figura 7.11 Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Alternativas textuales. Fuente: Elaboración propia

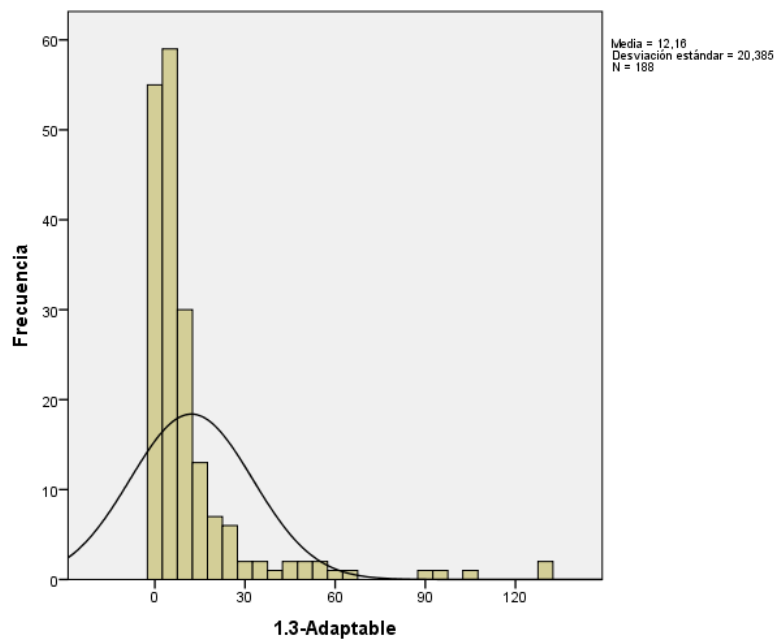


Figura 7.12 Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Adaptable. Fuente: Elaboración propia

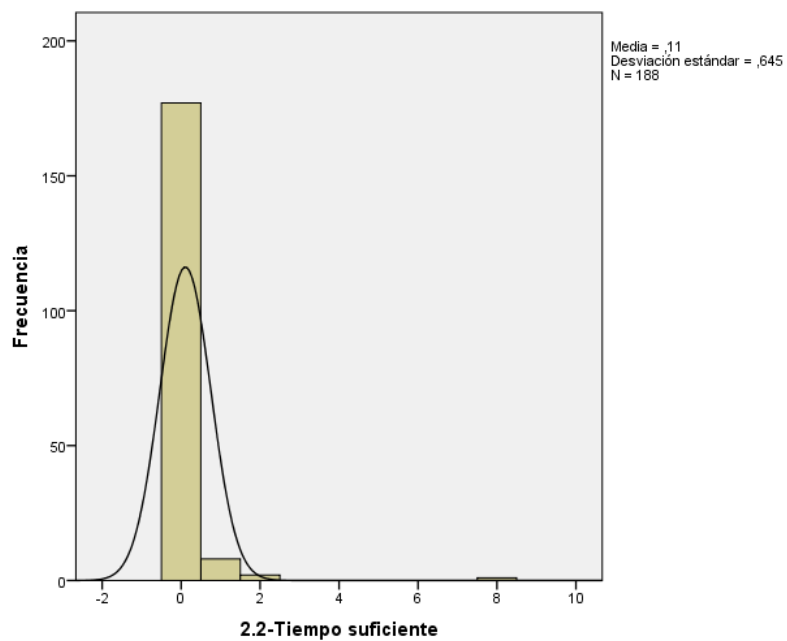


Figura 7.13 Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Tiempo suficiente. Fuente: Elaboración propia

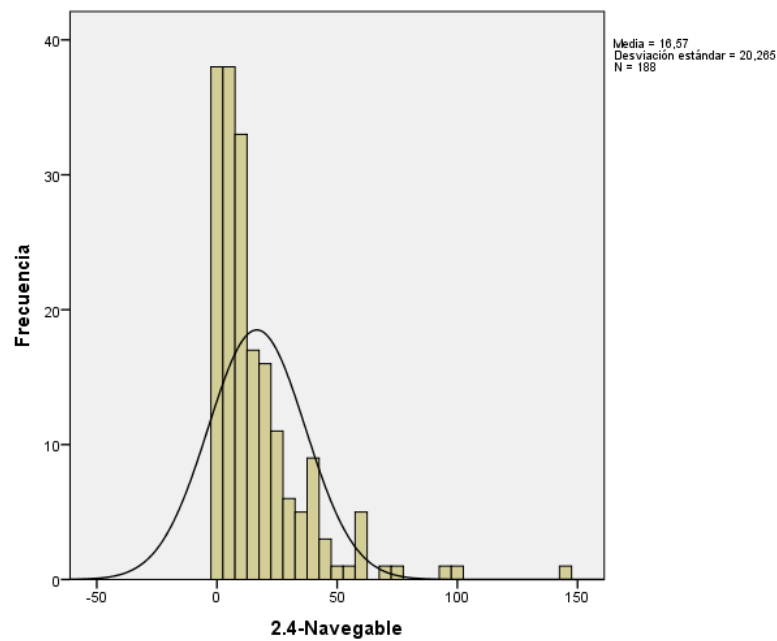


Figura 7.14 Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Navegable. Fuente: Elaboración propia

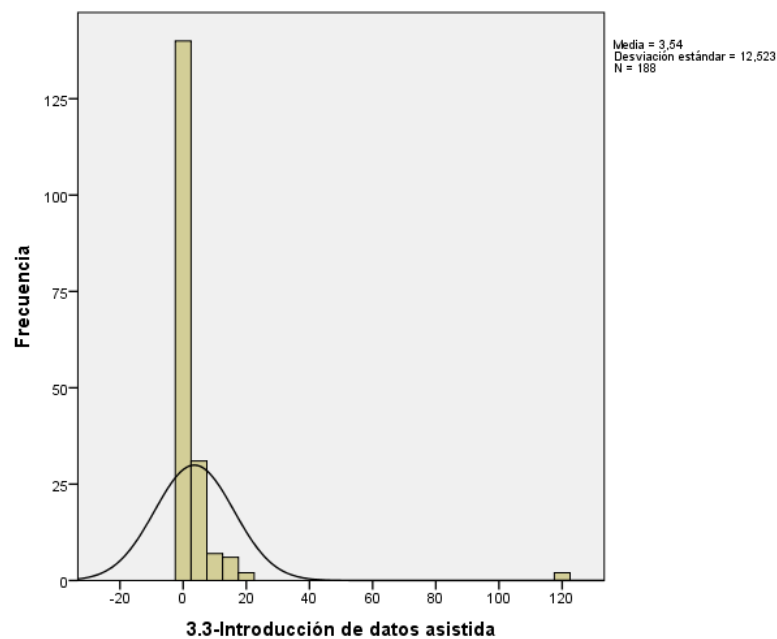


Figura 7.15 Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Introducción de datos asistida. Fuente: Elaboración propia

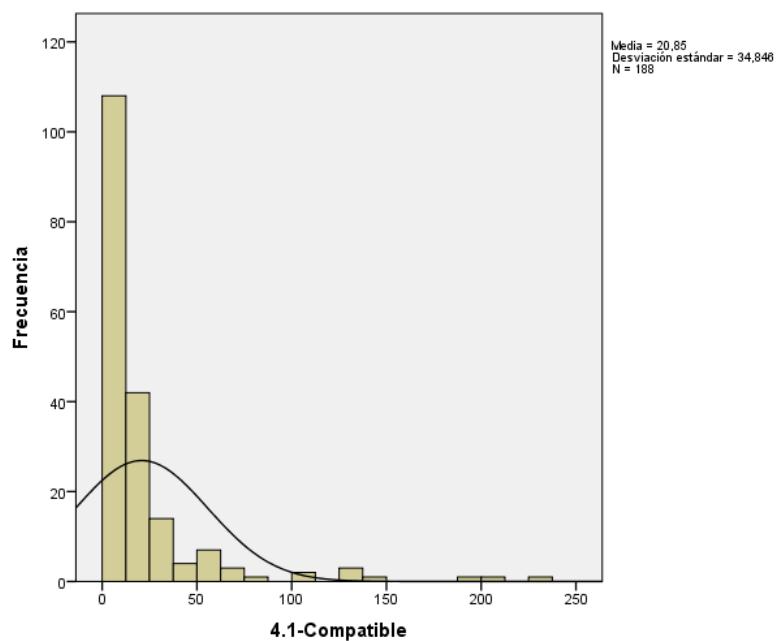


Figura 7.16 Histograma de frecuencias para los errores detectados en la pauta Compatible. Fuente: Elaboración propia

Las webs analizadas tienen rangos de errores muy amplios por pauta: desde ningún error a más de 100 errores en la misma pauta. Esto sucede en las pautas Alternativas textuales, Adaptable, Navegable, Introducción de datos asistida y Compatible. Las medianas de estas pautas tienen valores más bajos, lo que indica la presencia de elementos atípicos en las distribuciones, como se puede observar en las Figuras 7.17, 7.18, 7.19 y 7.20.

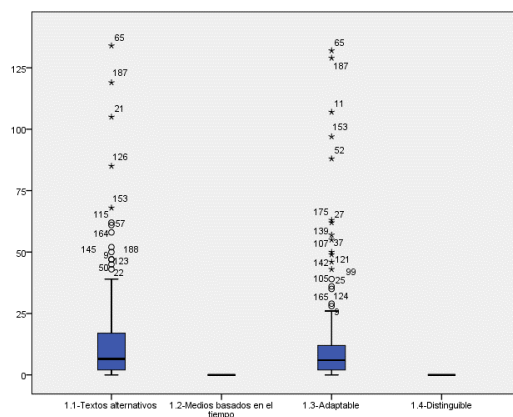


Figura 7.17 Diagramas de cajas y bigotes para las pautas del principio Perceptible.

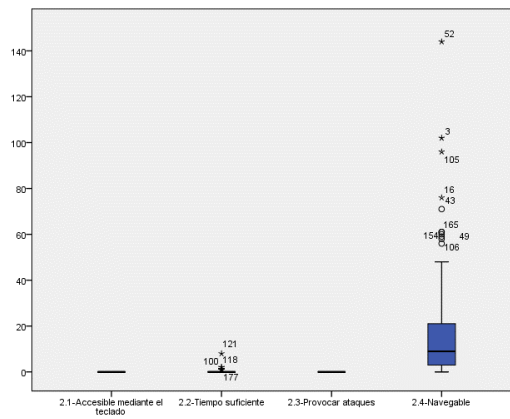


Figura 7.18 Diagramas de cajas y bigotes para las pautas del principio Operable.

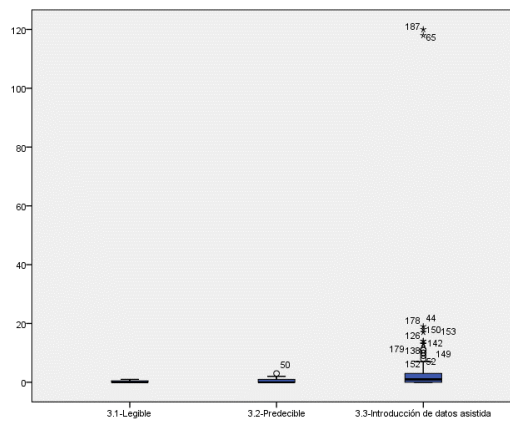


Figura 7.19 Diagramas de cajas y bigotes para las pautas del principio Comprensible.

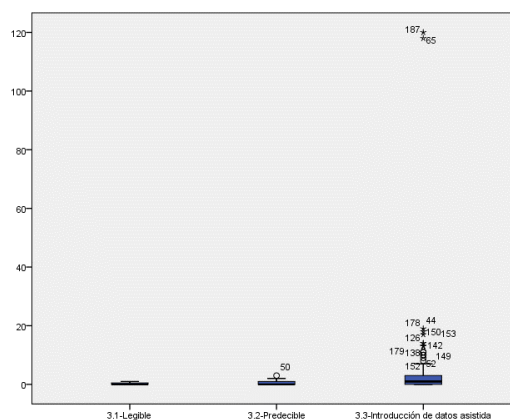


Figura 7.20 Diagramas de cajas y bigotes para las pautas del principio Robusto.

El análisis en profundidad de la distribución del número de errores por Pauta se puede realizar a partir de la Tabla 7.3, que muestra los valores de los cuartiles de cada Pauta y los compara con los promedios de las webs con datos atípicos. Los valores de las medianas (Q2) de las Pautas oscilan entre cero y nueve, mientras que las medianas de las webs que contienen valores atípicos oscilan entre 13 y 130.

Tabla 7.3 Valores de los cuartiles para el conjunto de las webs y de la mediana (Q2) para el subconjunto de webs con datos atípicos por Pautas

Pauta	Webs en conjunto			Webs con valores atípicos
	Q1	Q2	Q3	Q2
Alternativas textuales	2	6.5	17	62
Medios basados en el tiempo	0	0	0	-
Adaptable	2	6	12	56
Distinguible	0	0	0	-
Accesible mediante el teclado	0	0	0	-
Tiempo suficiente	0	0	0	-
Provocar ataques	0	0	0	-
Navegable	3	9	21	66
Legible	0	0	0.8	-
Predecible	0	0	1	-
Introducción de datos asistida	0	1	3	13
Compatible	4	9	22	130

7.3.5. Análisis comparativo por continente

Para realizar el estudio comparativo de accesibilidad web clasificamos los miembros de la FIUC por continentes. El continente con mayor número de instituciones es América mientras que Oceanía es el que tiene menor representación (Figura 7.21).

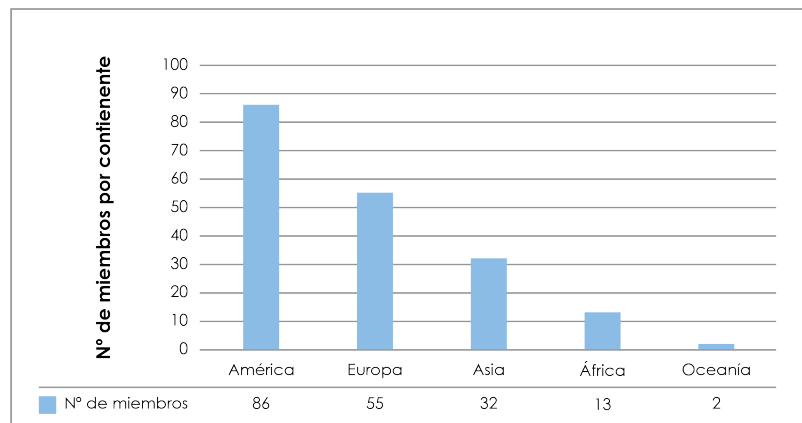


Figura 7.21 Miembros de la FIUC por continente. Fuente: Elaboración propia

La Tabla 7.4 recoge los estadísticos descriptivos del análisis ofrecido por la herramienta TAW para la variable *Total de Errores* de las webs analizadas en cada uno de los continentes.

Tabla 7.4 Estadísticos descriptivos de los errores detectados en cada principio y en la suma de errores de los cuatro principios en las webs analizadas

Continente	Errores	Mín-Max	\bar{X} (SD)	IC (95%)	Mdn	Asimetría	Curtosis
Europa	3052	7-237	55.4 (50.2)	[48.3, 62.67]	46	2.2 (.3)	5 (.6)
América	6507	1-561	75.6 (86.7)	[63.2, 88.1]	52	3 (.2)	12.7 (.5)
África	1053	3-533	81 (147.5)	[59.9, 102.1]	35	2.85 (.6)	8.3 (-1.2)
Asia	2010	3-183	62.8 (50.5)	[55.6, 70]	53	.71 (.4)	-.17 (.8)
Oceanía	61	26-35	30.5 (6.3)	[29.59, 31]	31	-	-

La Figura 7.22 muestra los diagramas de cajas y bigotes correspondientes a este análisis descriptivo.

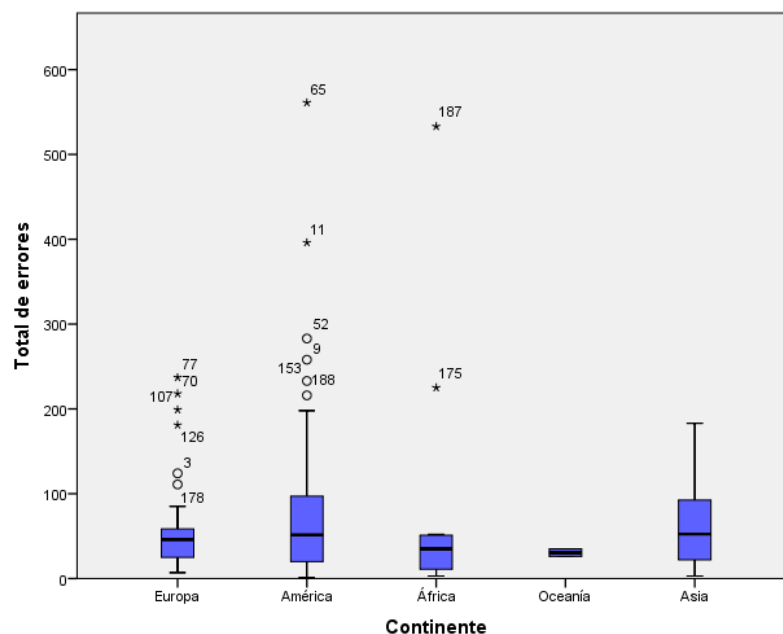


Figura 7.22 Diagrama de cajas y bigotes para número total de errores de las webs analizadas por continente. Fuente: Elaboración propia

Para comprobar si las diferencias observadas entre los resultados obtenidos por continente alcanzaban significación estadística se recurrió a pruebas no paramétricas, ya que los datos no cumplen los principios de normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov, $p\text{-value} = .000$), ni de homocedasticidad (prueba de Levene, $p\text{-value} = .033$). En primer lugar, se comprobó que las diferencias no resultaron significativas para el conjunto de los datos, es decir para la comparación entre los cinco continentes (prueba de Kruskal-Wallis, $p\text{-value} = .367$). Para comprobar si las diferencias observadas alcanzan significación estadística en alguna de las posibles comparaciones dos a dos se aplicó la prueba U de Mann-Whitney. Ninguna de estas comparaciones alcanzó significación estadística por debajo de $.05$ (Tabla 7.5), por lo tanto, se puede afirmar que los resultados sobre *Total de Errores* son similares en los cinco continentes y las diferencias apreciadas no alcanzan significación estadística.

Tabla 7.5 Valores del estadístico U de Mann-Whitney y su significación estadística para las comparaciones dos a dos de la variable Total de Errores entre continentes

	U	p
Europa-América	2115.5	.292
Europa-África	281	.233
Europa-Asia	799	.476
Europa-Oceanía	35.5	.429
América-África	429.5	.18
América-Asia	1342	.837
América-Oceanía	57.5	.455
Asia-África	162.5	.254
Asia-Oceanía	20	.379

África y Oceanía tienen un número demasiado pequeño de datos para ser valorados usando los contrastes no paramétricos. Las distribuciones de Europa y América siguen el mismo patrón que analizamos anteriormente para el conjunto de los datos de los cinco continentes juntos (Figuras 7.23 y 7.24): son asimétricas positivas (con más datos en la zona inferior de la escala). La distribución de América presenta una fuerte asimetría positiva y leptocurtosis, mientras que la distribución de Asia puede considerarse mesocúrtica (Figura 7.25).

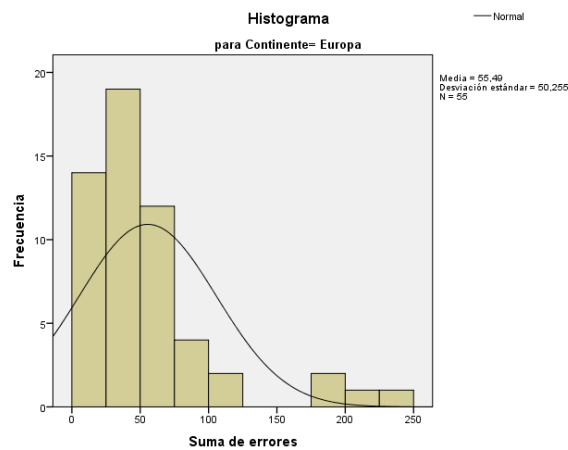


Figura 7.23 Histograma de frecuencias de Total de Errores en las web analizadas en Europa. Fuente: Elaboración propia

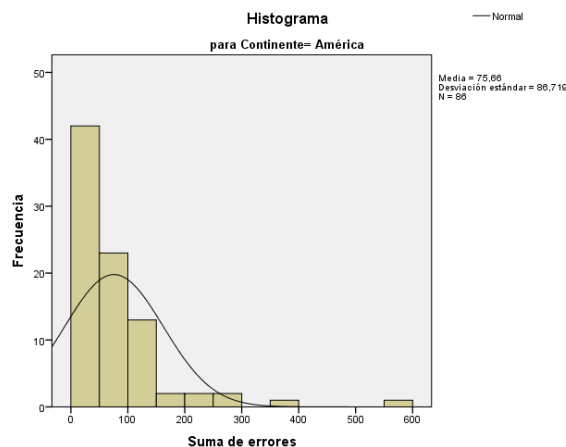


Figura 7.24 Histograma de frecuencias de Total de Errores en las web analizadas en América. Fuente: Elaboración propia

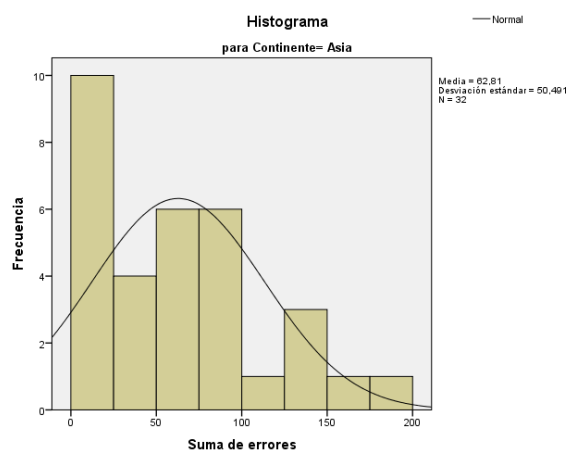


Figura 7.25 Histograma de frecuencias de Total de Errores en las web analizadas en Asia. Fuente: Elaboración propia

Las distribuciones de Oceanía y África carecen de datos suficientes para poder ser analizadas. En Europa y América se produce el mismo fenómeno descrito anteriormente al considerar la totalidad de los datos: un grupo reducido de webs contienen un número extraordinario de errores y deben considerarse como datos atípicos de la distribución. La Tabla 7.6 muestra los cuartiles de los datos para cada uno de estos continentes y la comparación con el estadístico de tendencia central (mediana) para el reducido grupo de webs que deben ser consideradas datos atípicos.

Tabla 7.6 Valores de los cuartiles para el conjunto de las webs analizadas y de la mediana (Q2) para el subconjunto de web con datos atípicos para cada uno de los cuatro principios

Continente	Webs en conjunto			Webs con valores atípicos	
	Q1	Q2	Q3	Q2	
Europa	25	46	58.5	190	
América	20.25	51.5	96.75	270.5	

Se puede observar que en cada continente se produce el mismo fenómeno: el valor de la mediana del grupo de webs con datos atípicos es muy superior al del conjunto.

7.3.6. Análisis de los resultados según el nivel de conformidad

Con objeto de analizar la importancia de los errores detectados por las herramientas TAW y WAVE, clasificamos los errores de accesibilidad web en la base a su nivel de conformidad asociado.

Todos los errores detectados por TAW tienen asociado un nivel de conformidad A, el requisito mínimo de accesibilidad web. Estos errores afectan a todos los usuarios.

Los errores advertidos por WAVE tienen asociado un nivel de conformidad AA, es decir, afectan a ciertos grupos de usuarios. En una hipotética clasificación en conjunto, el 69% de los errores que advierten las herramientas tienen asociado un nivel de conformidad A ($n = 12683$), mientras que el 31% restante concierne al nivel de conformidad AA ($n = 5582$) como puede observarse en la Figura 7.26. Esta hipotética clasificación asume un mismo peso de error en cada principio, prioridad y herramienta de análisis de accesibilidad web.

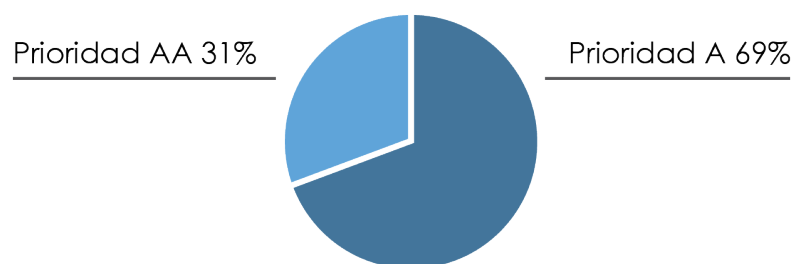


Figura 7.26 Errores de accesibilidad web categorizados por prioridad. Fuente: Elaboración propia

7.4. Discusión

Se ha realizado un estudio de accesibilidad web de las instituciones miembros de la FIUC utilizando herramientas automáticas de evaluación de accesibilidad web en línea. Los resultados del estudio no difieren de la mayoría de las investigaciones realizadas hasta la fecha en materia de accesibilidad web en el ámbito universitario, un escaso cumplimiento de la normativa WCAG 2.0 (capítulo 5).

En primer lugar, se evaluó la codificación HTML empleada en las páginas web analizadas para comprobar si la gramática HTML implementada en las webs ofrece una correcta interacción con los navegadores y/o productos de apoyo que puede utilizar una persona con diversidad funcional para acceder a los contenidos web. Esta aplicación ha sido frecuentemente utilizada en estudios de accesibilidad web (Al-Khalifa, 2012; Al-Khalifa et al., 2017; Barricelli et al., 2018; Basdekis et al., 2010; Billingham, 2014; Kopackova et al., 2010; Laitano, 2015).

El validador W3C Markup Validation Service encontró errores en la codificación HTML en el 98% de las instituciones. Estos resultados aparentemente llamativos no sorprenden demasiado tras la revisión de trabajos anteriores. La investigación de Basdekis et al. (2010) mostraba que casi todos los sitios web analizados presentaban un código fuente con errores. Los resultados de la investigación llevada a cabo por Al-

Khalifa (2012) mostraban un elevado número de errores en el código fuente dificultando la interacción con los productos de apoyo. En 2006, el análisis llevado a cabo por Kopackova et al. (2010) mostró que el 89.74% de las instituciones analizadas contenía un código fuente inválido. Dos años más tarde, los mismos estamentos fueron reanalizados, el 84.6% presentaba código HTML con errores. Estos resultados indican la escasa preocupación por mantener un código fuente libre de errores en las páginas web.

En segundo lugar, se comprobó con WAVE si los elementos textuales poseen un contraste adecuado en las webs analizadas. Esta aplicación ha sido utilizada previamente en investigaciones relativas al cumplimiento de la normativa sobre el contenido web (Ahmi y Mohamad, 2016; AkgÜL y Vatansever, 2016; Alexander, 2004; Aziz, Isa y Nordin, 2010; Maisak y Brown, 2014; Shawar, 2015; Solovieva y Bock, 2014). El 92% de las webs presentaron errores en el contraste de los elementos textuales, aspecto fundamental para una persona con diversidad funcional visual. El resultado del estudio presenta similitudes con el llevado a cabo por Ahmi y Mohamad (2016), quienes analizaron las universidades de Malasia utilizando esta misma herramienta. WAVE encontró errores de contraste en todas las instituciones analizadas. Los diseños web de las universidades en su afán por ser atractivos han descuidado a los usuarios de la web, no se tiene en cuenta las dificultades visuales que puedan tener las personas.

En tercer lugar, se realizó un estudio de accesibilidad web en base al estándar internacional WCAG 2.0. Para ello se empleó TAW, herramienta que realiza el análisis en base a los cuatro principios fundamentales sobre los que se sustenta la normativa WCAG 2.0. TAW es una aplicación frecuentemente utilizada en estudios de accesibilidad web (Acosta-Vargas et al., 2016; Arasid et al., 2018; Casasola Balsells et al., 2017; Chacón-Medina et al., 2013; Hilera et al., 2013; Ismailova y Inal, 2017; Sam-Anlas y Stable-Rodríguez, 2016; Vargas et al., 2012).

Tras categorizar los resultados por principio y pauta observamos que Perceptible es el que presenta mayor número de errores de accesibilidad web. Los errores en el principio Perceptible provocan en los usuarios dificultades para percibir la información. Las pautas Alternativas Textuales y Adaptable son las que requieren una mayor atención por parte de los desarrolladores web. Es cierto que las instituciones universitarias modifican la apariencia de la página inicial a diario, pero estos cambios no son extraordinarios y la estructura de la web es la misma. Sin embargo, las descripciones alternativas de las imágenes que son elementos básicos que ayudan a todos y cada uno de los usuarios de la web, no se incluyen. La ausencia de textos alternativos en imágenes resulta muy común en investigaciones de este tipo siendo uno de los errores más fáciles de solucionar (Kane et al., 2007).

El segundo principio con mayor número de errores es Robusto. La pauta Compatible es la que presenta el número de errores más elevado ($n = 3920$). Los errores en el principio Robusto afectan a la estructura y codificación del código fuente de las webs y puede entorpecer o dificultar la experiencia del usuario en el caso de utilice productos de apoyo. El análisis proporcionado por TAW confirma los resultados previos obtenidos por el validador W3C Markup Validation Service. Estos datos únicamente refuerzan lo mencionado anteriormente, no existe una preocupación por mantener un código fuente libre de errores.

Con respecto al principio Operable, el error más común reside en la existencia de enlaces sin contenido textual. La utilización de ayudas textuales en los enlaces ayuda a los usuarios a conocer donde van a navegar, además resulta de gran importancia para una persona con diversidad funcional. Estos errores provocan o pueden provocar dificultades a la hora de interactuar con el contenido web y los detectados en el principio Comprensible, dificultan el manejo y la comprensión de la web.

En el principio Comprensible TAW advierte usos inadecuados del etiquetado de los formularios existentes, lo que dificulta el manejo de la web a una persona que utiliza productos de apoyo. La tipología de los errores detectados en estos dos principios también resulta coincidente con investigaciones actuales de accesibilidad web universitaria independientemente del país y de las herramientas de evaluación utilizadas (Arasid et al., 2018; Casasola Balsells et al., 2017; Chacón-Medina et al., 2013; Hilera et al., 2013; Laitano, 2015; Nir y Rimmerman, 2018). Desde el punto de vista de los usuarios de la web y tras analizar la tipología del error encontramos paralelismos con trabajos anteriores donde los usuarios demandaban mayor atención en el etiquetado en los formularios, en la descripción alternativa de las imágenes y los textos alternativos en los enlaces (Lazar et al., 2007). Estas demandas de los usuarios también presentan similitudes con los resultados de este estudio y con investigaciones anteriores de accesibilidad web donde los autores realizaban recomendaciones técnicas en este sentido (Casasola Balsells et al., 2017; Kurt, 2017; Laitano, 2015). La problemática de la descripción alternativa de las imágenes en el diseño web ha sido y es, un tema preocupante y aparentemente sin solución. Tanto es así, que ciertos investigadores han tomado sus propias iniciativas para tratar aportar soluciones en forma de desarrollo informático (Nengroo y Kuppusamy, 2018; Von Ahn y Dabbish, 2004; Yesilada et al., 2004).

Los análisis realizados sobre los errores en el cumplimiento de la normativa en principios y pautas muestran distribuciones alejadas de la distribución normal. La mayoría de las webs se sitúan en la parte baja de la escala y un pequeño número lo hacen muy alejadas, en la parte alta. Esos valores tan alejados deben considerarse atípicos: se trata de un conjunto pequeño de instituciones cuyas webs contienen un gran número de errores. En estas condiciones la mejor medida de tendencia central es la mediana, que se debe tomar como referencia para comprender la cantidad de errores de accesibilidad web del conjunto de las webs analizadas. La mediana del *Total*

de Errores es 48 y su rango oscila entre 1 y 561 errores, lo que indica un nivel muy bajo de accesibilidad web para la mayoría de las instituciones evaluadas. El principio *Perceptible* es el que contiene mayor número de errores, su mediana es igual a 15 y su rango oscila entre 0 y 266 errores. La pauta *Compatible* es la que tiene mayor número de errores, su mediana es 9 y el rango oscila entre 0 y 232 errores.

El análisis comparativo realizado por continente muestra que los resultados sobre *Total de Errores* son similares en los cinco continentes y las diferencias apreciadas no alcanzan significación estadística.

El análisis de los resultados según el nivel de conformidad nos indica que el 69% de los errores detectados por las herramientas tienen asociado un nivel de prioridad A mientras que el 30% restante, un nivel de prioridad AA. Los errores de nivel A afectan a todos y cada uno de los usuarios (con o sin diversidad funcional) debiendo aportarse algún tipo de solución para reducir estos errores.

Las tres herramientas empleadas indican que a la hora de implementar los diseños web no se tienen en cuenta las indicaciones del W3C en materia de accesibilidad web y se generan barreras web o dificultades de acceso a los contenidos web tal y como muestra el estudio. Las webs universitarias no están diseñadas para ofrecer un acceso equitativo para todos los usuarios (Bradbard y Peters, 2010). Las instituciones optan por ofrecer un diseño atractivo a nivel visual en su página de inicio resultando poco accesible para las personas con diversidad funcional motora, visual o auditiva (Harper y DeWaters, 2008).

A continuación, se exponen recomendaciones técnicas y propuestas de mejora que incrementarían el grado de accesibilidad de las webs analizadas en el estudio. Para subsanar los errores encontrados deberían realizarse mejoras en el diseño y en la estructura de las páginas web, así como una reelaboración del código fuente.

Perceptible

Con respecto al principio Perceptible, encontramos que las pautas Alternativas textuales y Adaptable son las que precisan mayor atención por parte de los desarrolladores. Para reducir el número de errores el código fuente de las páginas web debería incluir etiquetas `<title>` y `<alt>` y ofrecer alternativas textuales al contenido que lo requiera. Evitar enlaces consecutivos de texto e imágenes al mismo recurso y usar adecuadamente los encabezados en la estructura de las páginas web conllevaría un acercamiento al cumplimiento del estándar internacional.

Operable

En referencia al principio Operable, observamos como la pauta Navegable es la que contiene mayor número de errores. El error que se repite con mayor frecuencia es la omisión de contenido textual en los enlaces, lo que permite conocer al usuario donde se encuentra y hacia donde van a navegar. Por ello, se deberían implementar mejoras en el código fuente proporcionando contenido textual a los enlaces.

Comprensible

Los resultados del análisis del principio Comprensible muestran que la pauta Introducción de datos asistida es la que presenta un mayor número de errores. Esta pauta resulta de gran ayuda a personas con discapacidad visual que interactúa con la web a través de un lector de pantalla, por tanto, las mejoras en el código fuente deberían estar focalizadas en la implantación de formularios accesibles y un uso adecuado de las etiquetas que los componen.

Otro error frecuente es la omisión de la declaración del idioma del documento HTML que podría ser eliminado fácilmente utilizando la etiqueta `<lang>`.

Robusto

Con respecto al principio Robusto, el análisis muestra numerosas incidencias en la codificación de las páginas web. Es probable que el gestor de contenidos utilizado por las instituciones pueda generar o aumentar el número de errores detectados en el lenguaje HTML y/o CSS. Sin embargo, utilizar el W3C Markup Validation Service y eliminar errores no forzados en el código fuente, lograría una mejor interacción con los productos de apoyo.

Cumplir las pautas de accesibilidad web no implica un diseño web poco atractivo, implica siempre tener en mente a los usuarios de la web. Es normal encontrar páginas web que incumplen los requisitos mínimos de accesibilidad web, esto es debido a que estudian o evalúan la accesibilidad web en el proceso final del desarrollo de la web o incluso tras haber finalizado el mismo. Cuando se producen estas situaciones las entidades generalmente tienen serios problemas para cumplir los requisitos mínimos de accesibilidad web. Por este motivo, los desarrolladores de contenidos deberían tener en cuenta la accesibilidad web en las fases iniciales del desarrollo de la web. Podrían integrar diferentes herramientas automáticas en estas etapas de diseño y desarrollo para detectar barreras en el acceso web.

El uso de los validadores diseñados por el W3C resultaría de gran utilidad para detectar y reducir o eliminar los errores en el código fuente facilitando su interacción con los productos de apoyo. Utilizar herramientas como WAVE para comprobar las combinaciones de color de primer plano y de color de fondo de la presentación visual mejoraría la accesibilidad de los contenidos a personas con discapacidad visual. Además, el uso de TAW o cualquier herramienta que realice análisis de accesibilidad web en base al estándar internacional WCAG 2.0 resultaría de gran utilidad para detectar errores y solucionar advertencias que pueden dificultar el acceso a los contenidos.

Los datos del estudio muestran que el conjunto de las webs analizadas presenta barreras que impiden a los usuarios con discapacidad un acceso equitativo a la información. El elevado número de errores hace prever que los usuarios experimentarán, con gran probabilidad, dificultades principalmente en cómo se percibe la información y en el uso de la web, agravándose estas dificultades en el caso de que utilicen productos de apoyo. A la vista de los resultados, resulta necesario una mayor formación de los desarrolladores de contenidos en las WCAG 2.0 y un cambio conceptual en el diseño y desarrollo de las webs, éstos deben ser encaminados a ser más accesibles y usables por y para, los usuarios de la web.

8

Desarrollo de aplicación

El capítulo muestra el proceso de elaboración de una aplicación informática cuyo objetivo es mejorar la accesibilidad web de las universidades y estamentos de la FIUC. Tras estudiar los resultados de la investigación, se observa un alto porcentaje de error perteneciente al principio Perceptible, concretamente en la pauta Alternativas textuales. La aplicación localizará y mostrará al usuario aquellas imágenes que requieran una descripción alternativa en una página web. Además, proporcionará los mecanismos necesarios para que introduzca una descripción adecuada, posteriormente modificará el código fuente HTML de la página web analizada que podrá descargarse en el ordenador. La aplicación informática se encuentra fundamentada en el DOM. Este modelo proporciona distintos métodos de acceso a la información contenida en un documento HTML. La primera parte del capítulo está destinada a describir el DOM y los métodos de acceso que se han utilizado para desarrollar la aplicación. La segunda parte del capítulo muestra el diseño e implementación de la aplicación y las pruebas del sistema que se han llevado a cabo. Finalmente el capítulo concluye con una valoración del efecto del programa sobre las webs de los miembros de la FIUC. La aplicación informática reduce de forma significativa el número de errores de accesibilidad web.

En la medida que ha sido posible, se ha tratado de omitir un lenguaje excesivamente técnico; así como código fuente excesivo, para facilitar la comprensión y lectura del

capítulo. Sin embargo, se requiere de un nivel alto de conocimientos informáticos. Se adjunta el código fuente de la aplicación en el apéndice F.

8.1. Fundamentos teóricos: El modelo DOM

Cualquier proyecto de software nace por alguna necesidad, la corrección de defectos o de un mal funcionamiento, la amplitud de funcionalidades y características de una aplicación o bien simplemente surge ante una escasez o necesidad de algo en concreto (Pressman y Troya, 1988). En base a los resultados del estudio anteriormente realizado (capítulo 7) se observa un elevado número de errores en el principio Perceptible, en la pauta Alternativas textuales provocado en gran medida por la omisión de descripciones alternativas en las imágenes. Ante este hecho se diseña y desarrolla una herramienta informática con el objeto de mejorar la accesibilidad web de las instituciones que conforman el estudio. La aplicación analizará el código fuente de las webs detectando aquellas imágenes que carezcan de descripción alternativa. Facilitará su visualización a un usuario que será el encargado de proporcionar una descripción alternativa adecuada. El programa reelaborará el código fuente de la web analizada para posteriormente descargar el archivo HTML modificado. De esta manera, se reducirá el número de errores de accesibilidad web y se obtendrá como resultado una web más accesible. Para desarrollar la aplicación es necesario estudiar la arquitectura de las páginas web y analizar el acceso a la información que contienen sus elementos.

El DOM es una interfaz de programación de aplicaciones para la estructura de los documentos. Permite a programas y/o *scripts* acceder a la información contenida en los documentos HTML y XHTML pudiendo añadir, borrar o editar el contenido, la estructura, atributos y estilo de dichos documentos (W3C, 2004).

Actualmente el DOM se encuentra en la versión 4.0 (W3C, 2015). Este modelo es independiente del navegador y del lenguaje de programación empleado, siendo además por su diseño, una gran ayuda para cualquier programador.

8.1.1. DOM Document

Al cargar un documento HTML o XHTML en un navegador se transforma en un objeto *Document* (Figura 8.1). Este objeto es la raíz de todos los elementos llamados nodos y proporciona todas las propiedades y métodos para acceder a la información contenida en ellos.

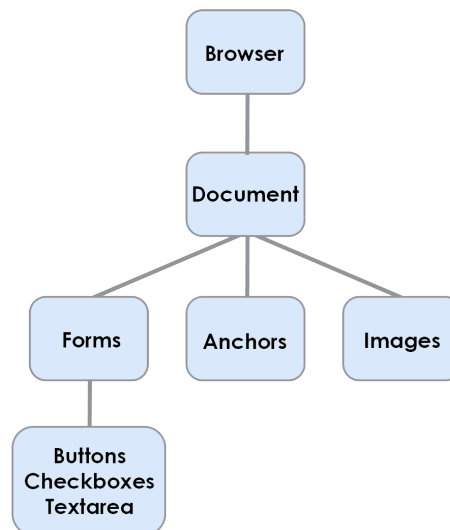


Figura 8.1 Objeto document en un navegador web. Fuente: Elaboración propia

La figura muestra un navegador o *browser* y el objeto *Document*, éste contiene arrays (tipo estructurado de datos capaz de contener y agrupar elementos) predefinidos como *Forms*, *Anchors* o *Images*. El ejemplo muestra algunos campos habituales en los formularios como botones (*Buttons*), casillas de verificación (*Checkboxes*) o áreas de texto (*Textarea*).

8.1.2. Estructura en forma de árbol

Este modelo transforma los contenidos HTML en un conjunto de elementos llamados nodos que se encuentran perfectamente interconectados. Keith y Sambells (2011) realizan una estupenda comparación con los átomos que conforman cualquier cosa en el mundo real. Los átomos pueden ser transformados en partículas subatómicas más pequeñas, comparativamente, los nodos en el DOM.

La Figura 8.2 muestra un ejemplo de líneas de código HTML y su posterior visualización en un navegador.



Figura 8.2 Código HTML y su posterior visualización en un navegador. Fuente: Elaboración propia

Esta misma codificación HTML puede ser representada con una estructura en forma de árbol (Figura 8.3).

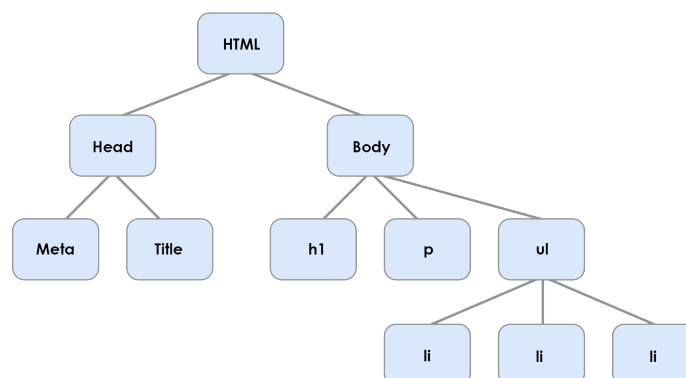


Figura 8.3 Estructura en forma de árbol del modelo DOM. Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa un documento HTML y su estructura básica, una sección de cabecera declarativa (elemento *Head*) y un cuerpo que contiene el contenido del documento (elemento *Body*). Cada elemento se subdivide en otros más pequeños que se denominan nodos.

Según Refsnes Data (2018) en el DOM, todo es un nodo:

- El documento en sí mismo es un nodo
- Todos los elementos HTML son nodos de elemento
- Todos los atributos HTML son nodos de atributo
- El texto perteneciente a los elementos HTML son nodos de textos
- Los comentarios son nodos de comentario

En la Figura 8.4 se puede observar un nodo de elemento, un nodo de atributo y un nodo de texto.

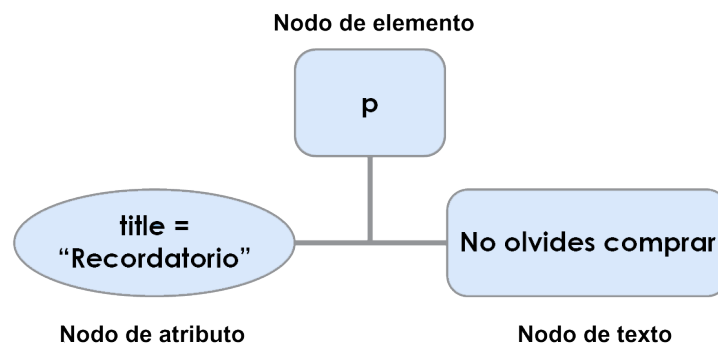


Figura 8.4 Nodos del modelo DOM. Fuente: Elaboración propia

Los nodos tienen propiedades o atributos a los que se puede acceder mediante el uso del DOM.

8.1.3. Objeto *document*: propiedades y métodos

El objeto *document* proporciona métodos de acceso a la información contenida en un documento HTML. El desarrollo de la aplicación tiene en cuenta los métodos *getElementById* y *getElementsByTagName*.

El método *getElementById* permite acceder a cualquier elemento con una identificación específica. Utilizando *getElementsByTagName* es posible acceder a cualquier elemento con una etiqueta o tag específico devolviendo el resultado en un array. Una vez obtenido el resultado en el array se puede realizar cualquier operación sobre él.

8.1.4. Listas de nodos preconfiguradas

El objeto *document* nos proporciona listas de tipo array donde almacena los nodos del documento HTML (Lindley, 2013).

Algunos ejemplos de estas listas podrían ser:

- *document.all*: Muestra todos los elementos del documento HTML
- *document.forms*: Muestra todos los elementos de tipo *form* del documento HTML
- *document.images*: Muestra todos los elementos de tipo *img* del documento HTML

El array *document.images* nos permite acceder a cualquier imagen del documento (Figura 8.5) y posteriormente, acceder a sus atributos.

El siguiente fragmento de código fuente permitiría almacenar la *Uniform Resource Locator* (URL) de la primera imagen de cualquier documento HTML en la variable *x*.

```
var x = document.images[0].src;
```

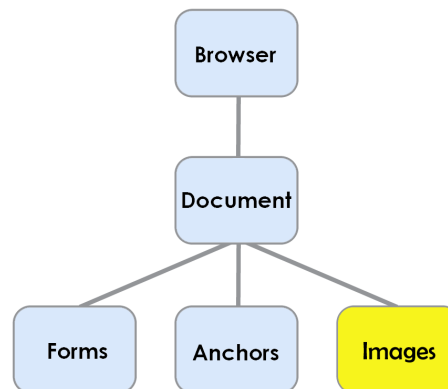


Figura 8.5 Acceso a las imágenes del documento HTML mediante `document.images`. Fuente: Elaboración propia

8.1.5. HTML: Imágenes

En el lenguaje HTML, las imágenes vienen definidas por la etiqueta *img*. Utilizando los métodos que proporciona el DOM es posible acceder a una imagen.

Cada elemento de imagen posee unas determinadas propiedades o atributos, el desarrollo de la aplicación centra el estudio en las propiedades *alt* y *src*.

La propiedad *alt* especifica un texto alternativo para una imagen. Agregar esta propiedad estableciendo una descripción adecuada a una imagen constituye uno de los principios básicos de accesibilidad, pues los lectores de pantalla deben acceder a esta propiedad para proporcionar una descripción a personas con diversidad funcional visual. La propiedad *src* asigna o devuelve el valor del atributo *src* de una imagen. Este atributo especifica la URL de la imagen. Dependiendo del administrador de la web, del diseño y de la estructura de la página web, la URL de la imagen puede adoptar dos posibles modalidades:

- Dirección absoluta: Apuntando a una dirección web completa

x= http://www.example.com/default.htm

- Dirección relativa: Apuntando a un archivo en el sitio web

x=default.htm

8.1.6. Resumen y justificación

El DOM permite acceder a la información de los elementos que conforman las páginas web. El uso de los arrays y métodos que proporciona este modelo facilita acceder a las propiedades de las imágenes que contiene un documento HTML.

Tras analizar los resultados del estudio de accesibilidad se detecta que la pauta Alternativas textuales es una de las pautas con mayor número de errores. Por este motivo, la aplicación debe analizar la información contenida en cada imagen de cada página web. El modelo DOM resuelve esta necesidad y aporta soluciones a las dificultades en materia de diseño de la aplicación. En primer lugar, permite analizar cualquier web en cualquier momento. En segundo lugar, solventa la problemática del análisis de un código fuente tan dinámico como el de las páginas web y por último, elimina el hándicap del idioma.

8.2. Desarrollo de aplicación

Una vez fundamentada teóricamente la aplicación, el capítulo muestra el procedimiento de desarrollo del software. Se detalla el diseño, diagrama de flujo y los archivos utilizados. Tras ello, se expone un ejemplo de uso de la aplicación y de las pruebas realizadas con Examiner, herramienta automática de evaluación de la accesibilidad.

La aplicación desarrollada recibe el nombre propio de Lola, de la misma manera que otras aplicaciones destinadas al análisis de la accesibilidad web como Bobby o Cynthiasays.

8.2.1. Fases

Tras analizar los distintos modelos de diseño de software y sus variantes, se opta por el modelo clásico de desarrollo de software o modelo en cascada propuesto por Winston Royce que utiliza una metodología sistemática y una estructura lineal. Haciendo referencia a Sommerville (2005) las etapas generales de este modelo se convierten en actividades de desarrollo:

- **Análisis de requerimientos:** se definen las principales especificaciones y metas de la aplicación y sirven como guía en todo el desarrollo
- **Diseño del sistema y del software:** en esta fase se establece una arquitectura general del sistema
- **Implementación y prueba de unidades:** durante esta fase de desarrollan unidades de programas que posteriormente funcionaran como un conjunto
- **Integración y prueba del sistema:** este conjunto de programas, se prueban como un sistema comprobando además que dicho sistema responde a los requerimientos previamente establecidos
- **Mantenimiento:** en esta fase se suelen realizar correcciones de errores no descubiertos o bien modificaciones de las pequeñas unidades que conforman el sistema, en ocasiones, puede llegar a ser la etapa más larga de todo el proyecto

Todas las etapas deben documentarse siendo esto la primera regla para Royce (1987) en el desarrollo de software. La Figura 8.6 muestra las fases del modelo en cascada.

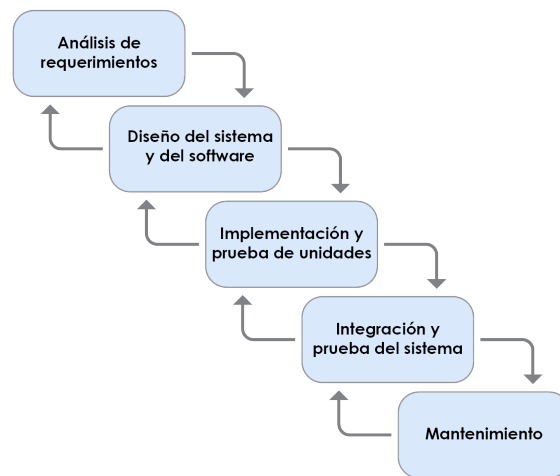


Figura 8.6 Fases del modelo en cascada. Fuente: Reelaboración a partir de Sommerville (2005)

8.2.2. Análisis de requerimientos

Tras un profundo análisis se exponen los requisitos de la aplicación:

- Mejorar la accesibilidad web en el caso de que sea posible: el programa debe localizar y presentar aquellas imágenes sin descripción alternativa a un usuario para que pueda aportar una descripción adecuada
- Facilitar la usabilidad del programa: el programa debe ser fácilmente usable por el usuario independientemente de los conocimientos de accesibilidad web y de programación HTML que posea
- Diseñar un programa abierto: el programa debe contemplar la posibilidad de que la FIUC aumente o disminuya en número de miembros
- Proporcionar código HTML: modificar y proporcionar el código fuente de la web analizada incluyendo esta descripción facilitando finalmente un documento con el código fuente completo

8.2.3. Diseño del sistema

Para el desarrollo de la aplicación se selecciona la herramienta Microsoft Excel que incluye un motor de Visual Basic. Los motivos por lo que se ha utilizado esta herramienta son principalmente son:

- Permite realizar programación avanzada y el diseño de formularios
- Se trata de una aplicación muy difundida y de uso común
- Las aplicaciones generadas no requieren instalación
- Permite modificar el código fuente en caso de que algún usuario con elevados conocimientos de informática desee modificar la aplicación

8.2.3.1. Diagrama de flujo

El usuario del programa seleccionará la web a evaluar de una lista con las páginas web de los miembros de la FIUC. La aplicación realizará una evaluación del código fuente HTML de la web seleccionada analizando el atributo *alt* de las imágenes que contenga. Posteriormente, el usuario insertará la descripción alternativa de todas las imágenes que presenten un atributo alt vacío o nulo. Por último, el programa reelaborará el código fuente de la página web, dando como resultado un nuevo archivo HTML que podrá ser descargado con suma facilidad.

Una vez determinados los requerimientos de la aplicación se realiza un diagrama de flujo que describe el funcionamiento de la aplicación (Figura 8.7).

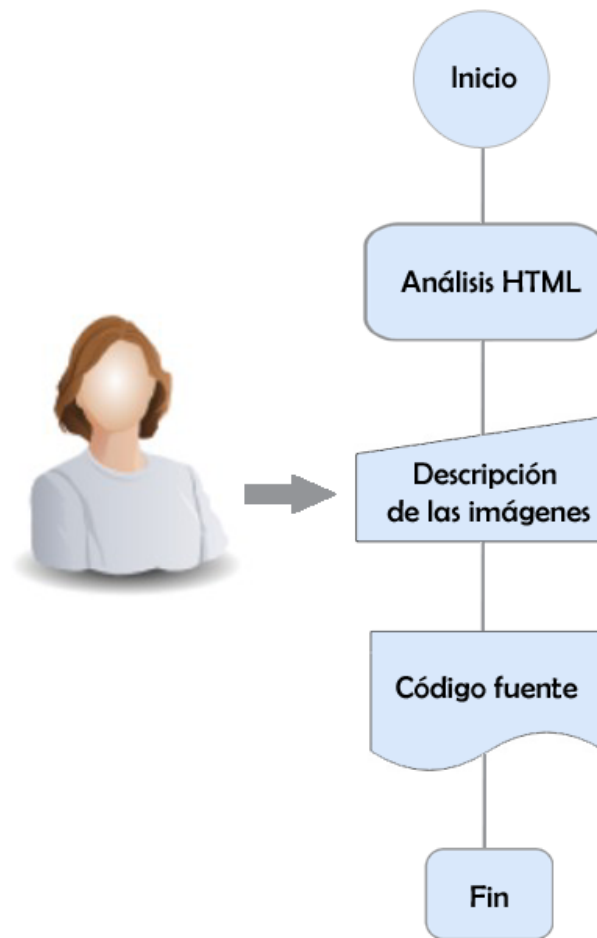


Figura 8.7 Diagrama de flujo de la aplicación. Fuente: elaboración propia

8.2.3.1.1. Evaluación del atributo alt

Para realizar la evaluación del atributo alt se utilizará la estructura en forma de árbol del modelo DOM y los métodos que proporciona para acceder a la información. El programa buscará en el código fuente HTML aquellos elementos que sean imágenes y evaluará el atributo alt de cada una de ellas.

Almacenará aquellos elementos considerados imágenes que presenten una descripción vacía o nula para posteriormente presentarlos al usuario.

La Figura 8.8 muestra el diagrama de flujo del análisis del atributo *alt*.

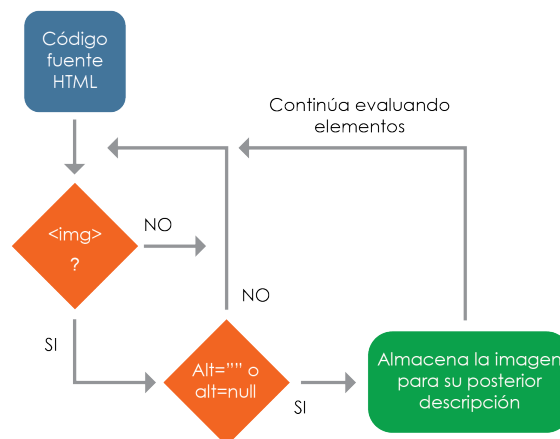


Figura 8.8 Análisis del atributo *alt*. Fuente: Elaboración propia

A continuación, el programa mostrará al usuario aquellas imágenes que ha almacenado para que un usuario pueda aportar una descripción de las mismas. Durante este proceso el programa ofrecerá al usuario una serie de recomendaciones y buenas prácticas en el momento de describir cada imagen (véase apartado 3.4.3). De esta manera el programa tiene en cuenta la participación y el juicio humano en la descripción alternativa de cada imagen y se elimina la dificultad del idioma. La Figura 8.9 muestra una representación de este procedimiento.

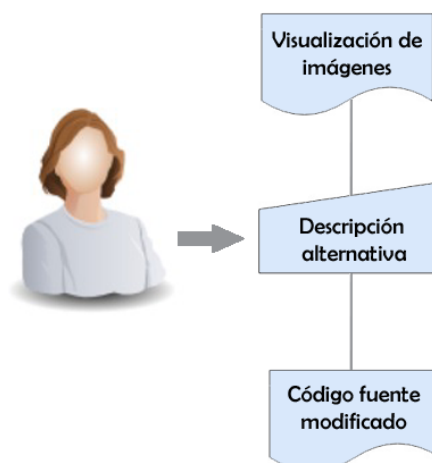


Figura 8.9 Intervención humana en las descripciones alternativas de las imágenes. Fuente: Elaboración propia

La aplicación cuenta con un número elevado de funciones pertenecientes a los distintos procesos que intervienen en la elaboración de este software. Analistas informáticos o programadores pueden rediseñar o modificar estas funciones dado que se adjunta el código fuente.

8.2.3.2. Archivos

La aplicación está formada por 5 hojas de cálculo y un formulario:

- Inicio

Presenta un botón para ejecutar la aplicación

- DireccionWebs

Contiene las webs de los miembros FIUC. En el caso de que aumente o disminuya su número, simplemente debe agregarse o eliminarse la web y el nombre de la institución en las columnas A y B

- AlmacenarImagenes

Se utiliza esta hoja de cálculo para almacenar aquellas imágenes que no posean descripción con el fin de mostrárselas al usuario. Además, se recopilarán las descripciones proporcionada por dicho usuario con el fin de reescribir el código fuente de la web analizada

- CodigoFuenteInicial

Contiene el código fuente de la página a evaluar

- CodigoHtml

En esta hoja de cálculo se realizarán las modificaciones pertinentes del código fuente inicial con la finalidad de que pueda ser copiado a un documento HTML

8.2.4. Uso de la aplicación

Inicialmente el programa mostrará todas las webs que figuren en la hoja de cálculo DireccionWebs. Únicamente se debe seleccionar la web a analizar, posteriormente la aplicación mostrará un botón cuya función es realizar la evaluación de las imágenes del documento seleccionado (Figura 8.10).

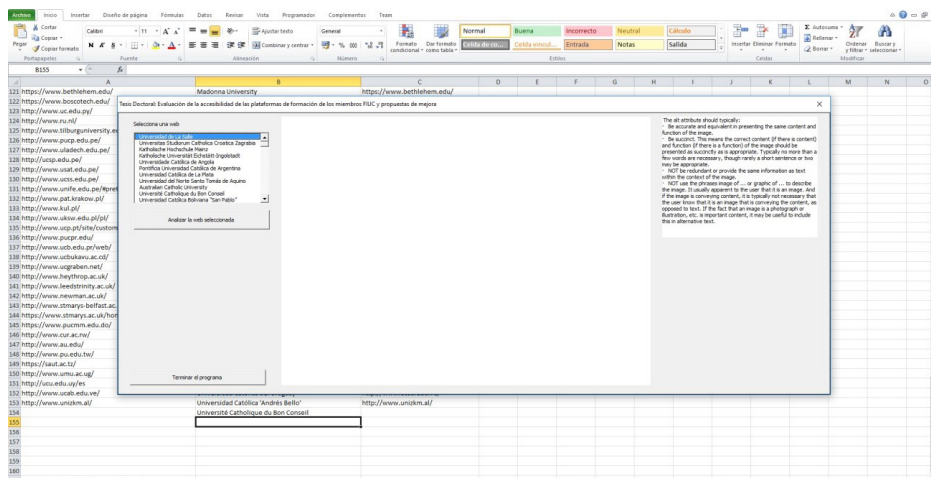


Figura 8.10 Selección de la web universitaria a evaluar. Fuente: Elaboración propia

La Figura 8.11 muestra la página web inicial de la Universidad de Manizales.

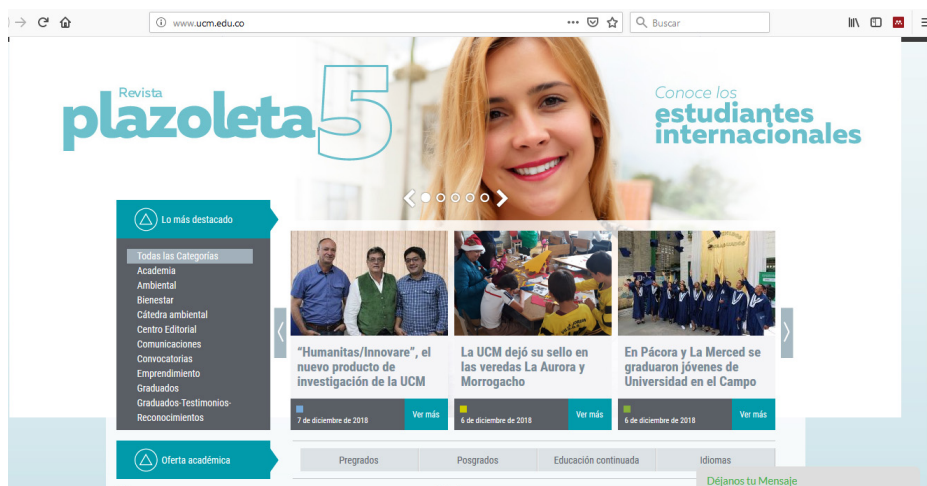


Figura 8.11 Visualización de página web de la Universidad Católica de Manizales. Fuente: Elaboración propia

Tras realizar la evaluación de la página web, el programa almacenará en la hoja de cálculo AlmacenarImágenes aquellas imágenes sin descripción alternativa o que presenten el atributo *alt* vacío. A continuación, la aplicación mostrará un nuevo botón que permitirá visualizar estas imágenes y facilitará que un usuario aporte una descripción alternativa. Se puede observar un ejemplo del funcionamiento de la aplicación en las Figuras 8.12, 8.13 y 8.14.

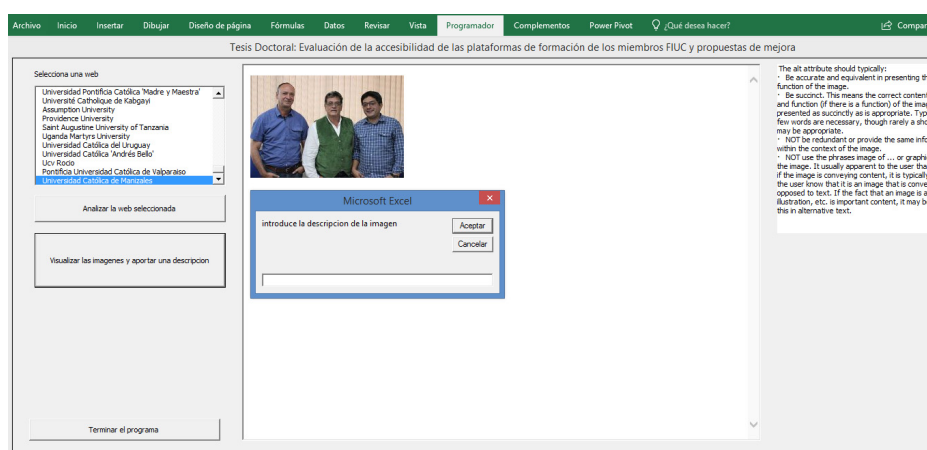


Figura 8.12 Visualización de la primera imagen sin descripción alternativa de la web analizada. Fuente: Elaboración propia

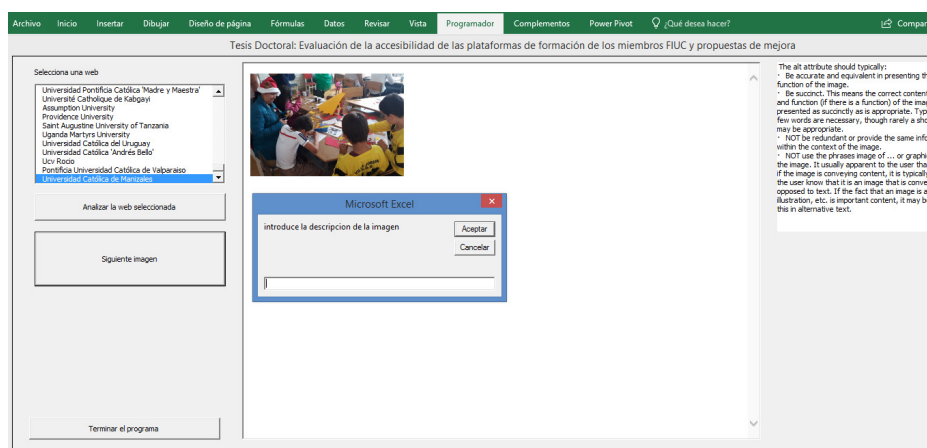


Figura 8.13 Visualización de la segunda imagen sin descripción alternativa de la web analizada. Fuente: Elaboración propia

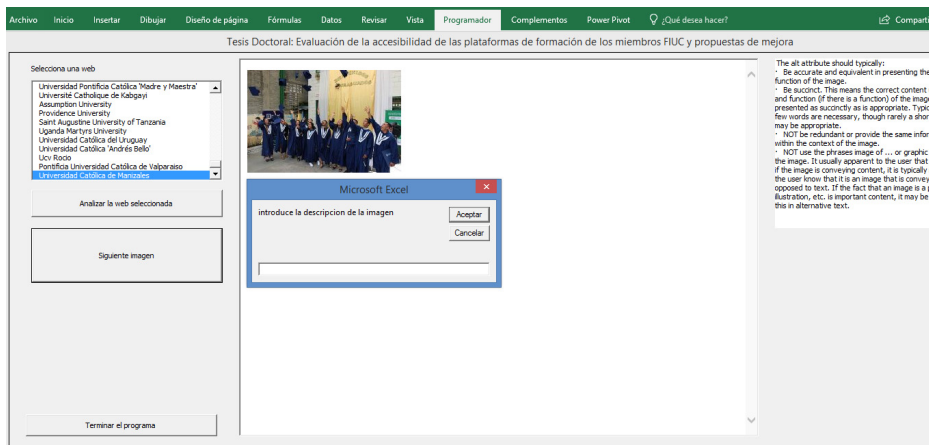


Figura 8.14 Visualización de la tercera imagen sin descripción alternativa de la web analizada. Fuente: Elaboración propia

Una vez el usuario haya aportado las descripciones alternativas que sean procedentes y necesarias, el programa realizará las pertinentes modificaciones en las líneas de código fuente que proceda para incluir dichas descripciones alternativas. El resultado de esta operación será almacenado en la hoja `CodigoFuenteInicial`. Por último, la aplicación creará un nuevo documento HTML en la hoja de cálculo `Codigohtml` que se almacenará en el directorio `C:\FIUC` simplemente pulsando el botón `Descargar código fuente`. La Figura 8.15 muestra una captura de pantalla de este proceso.

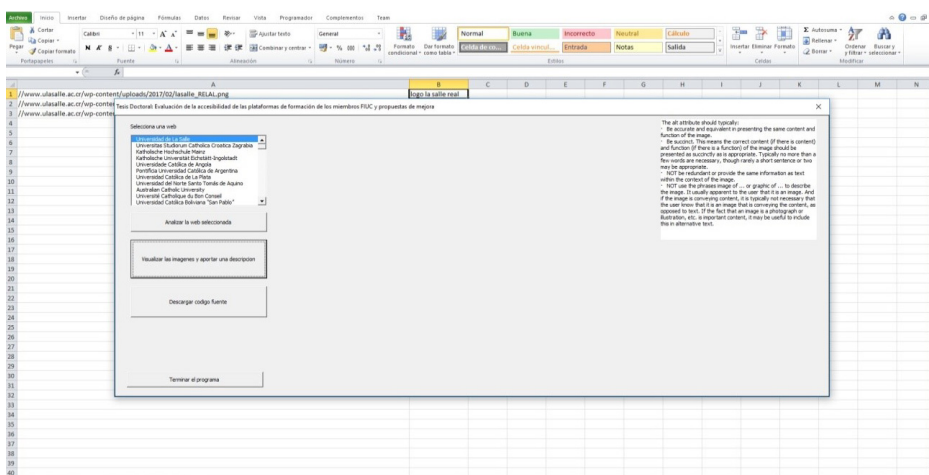


Figura 8.15 Descarga del código fuente HTML. Fuente: Elaboración propia

8.2.4.1. Pruebas objetivas

En toda investigación resulta conveniente realizar una valoración de los resultados obtenidos, en el marco de la tecnología y más concretamente en el software es común realizar pruebas objetivas durante casi todas las etapas para comprobar que cumple con las especificaciones inicialmente dadas. En este caso, se utilizarán herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad para obtener calificaciones antes y después del uso de la aplicación.

De la amplia gama de herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad se selecciona Examinator pues permite analizar una web de manera online y subir un archivo HTML para realizar su análisis.

Se selecciona una web al azar de los miembros de la FIUC, en este caso, la página inicial de la Universidad La Salle de Costa Rica. Examinator evaluó la accesibilidad de la web en la fecha 30/03/2018 con una puntuación de 5.4 como muestra la Figura 8.16.

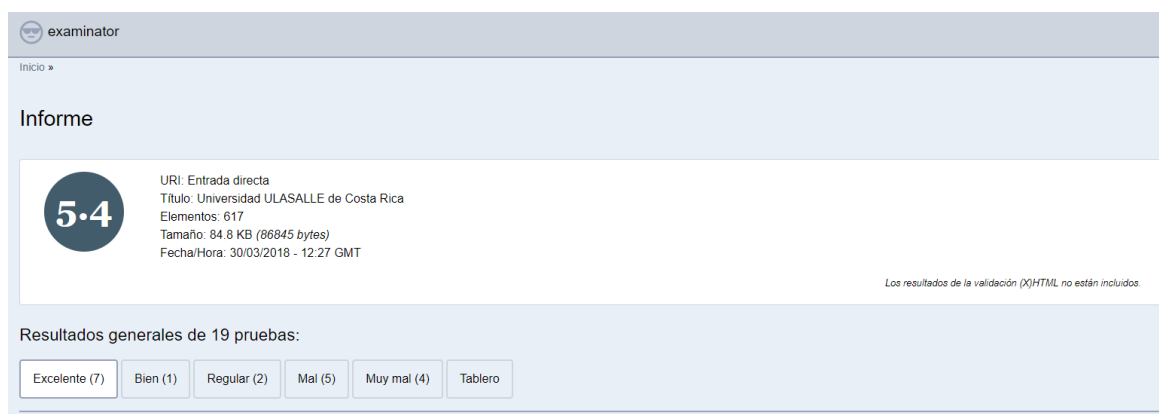


Figura 8.16 Calificación de la página inicial de la Universidad de la Salle por Examinator. Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se utiliza la aplicación desarrollada para incluir las descripciones alternativas de las imágenes que lo requieran. Una vez aportadas, se descarga el código fuente que proporciona la aplicación y se realiza de nuevo el análisis con la misma herramienta. La calificación otorgada por la aplicación es de 5.7 con un minuto

de diferencia como muestra la Figura 8.17. La web de la Universidad La Salle ha experimentado una mejoría en la calificación numérica otorgada por Examinator.

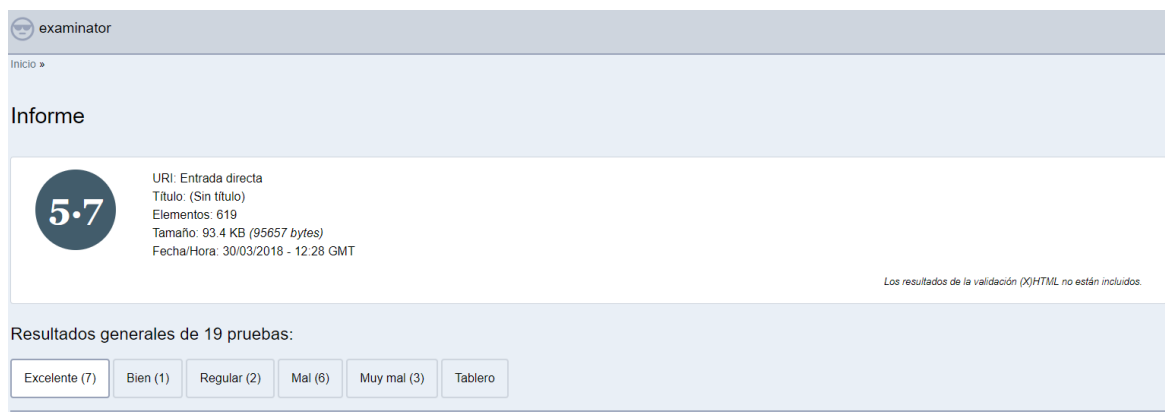


Figura 8.17 Calificación obtenida por Examinator tras el uso de la aplicación. Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, se analiza la web de la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino. La calificación obtenida por Examinator es de 4.8. (Figura 8.18).

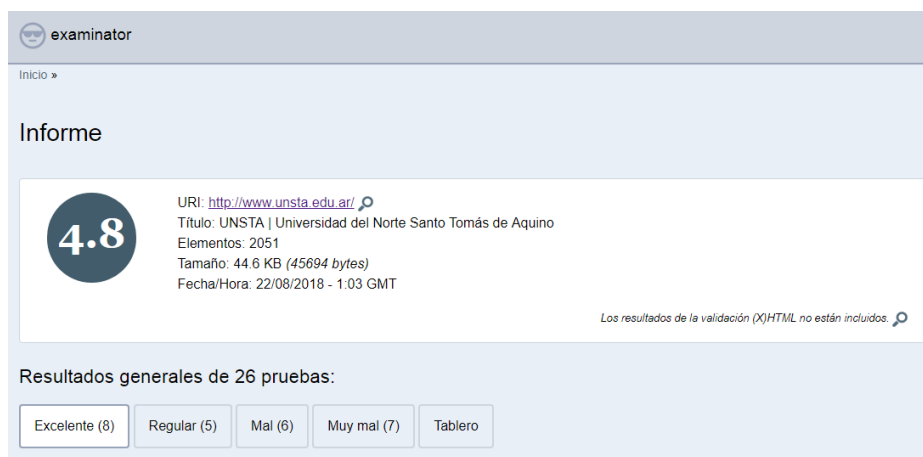


Figura 8.18 Calificación de la página inicial de la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino. Fuente: Elaboración propia

Tras incluir las descripciones alternativas en las imágenes mediante la aplicación, se utiliza de nuevo Examinator obteniendo como resultado una calificación de 5.9 (Figura 8.19).

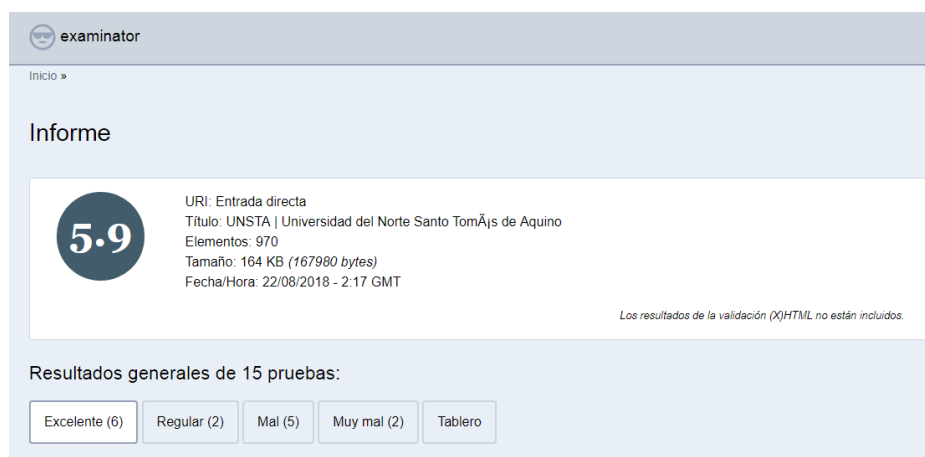


Figura 8.19 Calificación numérica la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino tras el uso de la aplicación. Fuente: Elaboración propia

La mejoría en la calificación numérica de la universidad del Norte Santo Tomás de Aquino tras utilizar la aplicación ha sido de más de 1 punto en base a la evaluación realizada por Examinator. Una web bien diseñada y estructurada en la que se incluyan descripciones alternativas para las imágenes no experimentará ninguna mejoría en el grado de accesibilidad tras el uso de esta herramienta. Sin embargo, la utilización de esta herramienta sobre una web que no contemple en su diseño descripciones alternativas mejorará de manera objetiva el nivel de accesibilidad web de la misma. Además, se constata que el grado de mejoría depende exclusivamente del código fuente de la web evaluada, obteniendo diferentes puntuaciones por el algoritmo de Examinator. Con el uso de esta aplicación se reducen los errores de accesibilidad web facilitando interactuar con el contenido web a ciertos usuarios que utilizan productos de apoyo como por ejemplo, un lector de pantalla.

8.3. Valoración del efecto del programa Lola

Se propone estudiar si la aplicación del programa Lola al conjunto de las webs de las instituciones de la FIUC supondrá una reducción estadísticamente significativa

del número de errores de accesibilidad y la magnitud del efecto que alcanzará tal reducción. Esta aplicación se ha diseñado para identificar la omisión de las alternativas textuales de las imágenes. Estos errores pertenecen a la pauta Alternativas textuales perteneciente al principio Perceptible, por lo tanto, solamente se espera una disminución en los errores de accesibilidad en este principio.

Para valorar el efecto en la accesibilidad web del programa Lola se optó por realizar un análisis de datos antes y después de su aplicación al conjunto de las webs de la FIUC. Para realizar este estudio se ha seguido el siguiente procedimiento:

1. Se realizó un segundo análisis de accesibilidad web utilizando TAW (apéndice G) para averiguar los errores sobre el principio Perceptible y los errores totales
2. A continuación, en el mismo día, se aplicó el programa Lola a las webs analizadas con éxito por TAW
3. Se compararon los errores obtenidos con TAW (antes) con los errores obtenidos tras el uso de Lola (después), mediante un contraste de hipótesis usando la prueba Rangos con Signo de Wilcoxon para dos muestras relacionadas, valorando el p-valor y el estadístico tamaño del efecto

No se utilizaron los datos del primer estudio de accesibilidad debido a que, con total seguridad, el código fuente de las webs habría sufrido modificaciones. El segundo estudio de accesibilidad web se realizó durante el mes de enero de 2019 utilizando TAW. Se aplicó la herramienta a las páginas web de las instituciones de la FIUC, aunque en esta ocasión, solamente se pudo obtener los resultados de 185 webs frente a los 188 del primer estudio. La Tabla 8.1 muestra los estadísticos descriptivos de los errores obtenidos en cada principio y también de la suma de los errores de todos los principios en la variable *Totales*. Se observa que Perceptible es el principio con mayor número de errores.

Tabla 8.1 Estadísticos descriptivos de los errores obtenidos en cada principio y en la suma total de errores en enero de 2019

Principio	Errores	Min-Max	Rango	X(SD)	Mediana
Perceptible	4300	0-113	113	23.11 (21.48)	17
Operable	3259	0-172	172	17.52 (21.48)	11.50
Comprensible	605	0-19	19	3.25 (3.84)	2
Robusto	4149	0-225	225	22.51 (34.16)	12
Totales	12313	3-291	288	66.20 (53.82)	51.50

La Tabla 8.2 muestra los estadísticos descriptivos de los errores obtenidos en cada pauta del principio Perceptible. La pauta Alternativas textuales presenta 2721 errores de accesibilidad web.

Tabla 8.2 Estadísticos descriptivos de los errores obtenidos en cada pauta del principio Perceptible en enero de 2019

Pauta	Errores	Min-Max	Rango	X(SD)	Mediana
Alternativas textuales	2721	0-109	109	14.63 (17.29)	9
Medios basados en el tiempo	0	-	-	-	-
Adaptable	1579	0-58	58	8.49 (10.43)	5
Distinguible	0	-	-	-	0

Consecutivamente se aplica Lola sobre las mismas webs, detectando 1000 imágenes sin descripción alternativa. Estos errores pertenecen a la pauta Alternativas Textuales. Se tomó como variable operativa del cambio la disminución del número de errores en el principio Perceptible y en los errores totales (variables: *Perceptible* y *Totales*). No

es posible medir el efecto del cambio con la herramienta automática TAW debido a que esta aplicación no permite subir ningún archivo para que sea evaluado de manera online. Posteriormente se compararon los errores obtenidos en el estudio de accesibilidad web con los errores obtenidos tras el uso de Lola. Observando los resultados de esta comparativa en la Tabla 8.3 se puede comprobar que la disminución de errores en el principio Perceptible es importante: desde un promedio de 23.11 errores por web antes de la aplicación del programa, a 17.52 tras su aplicación, lo que supone una disminución de errores de accesibilidad del 23.23%. La mediana de los errores en el estado inicial es 17 y en el estado final solamente 9.5. De la misma manera, al valorar los efectos del programa en el total de los errores (variable *Totales*) y no solamente en el principio Perceptible, se obtienen los mismos resultados, ya que, al fin y al cabo, la disminución de errores provocados por el programa en el principio Perceptible se cuantifica también en los errores totales. El promedio de errores totales disminuye desde 66.20 a 60.82 y la mediana desde 51.5 a 48.

Tabla 8.3 Estadísticos descriptivos del principio Perceptible y de Totales antes y después del uso de Lola

	Antes		Después		z	p	r
	Errores	X(SD)	Errores	X(SD)			
Perceptible	4300	23.11 (21.48)	3300	17.52 (21.53)	-9.636	.000	.71
Totales	12313	66.20 (53.82)	11313	60.82 (52.26)	-9.636	.000	.71

La prueba de rangos con signo de Wilcoxon valora una a una las magnitudes de cada pareja de datos (antes y después), estimando si no hay ninguna variación (empate), si hay variación con valor positivo (aumento) o negativo (disminución). Debido al diseño y funcionamiento del programa Lola no es posible un aumento de errores, por lo tanto, no se pueden encontrar diferencias negativas. Solamente se encuentran diferencias positivas, que suponen una disminución del número de errores de accesibilidad, o el

mantenimiento de los mismos (o empates), en el caso de que el programa no haya localizado ningún error del tipo para los que ha sido diseñado. La prueba de rangos con signo de Wilcoxon muestra 123 diferencias positivas, 63 empates y, como cabía esperar, ninguna diferencia negativa. El resultado puede apreciarse en la Figura 8.20 que refleja el análisis de los rangos para el principio Perceptible.

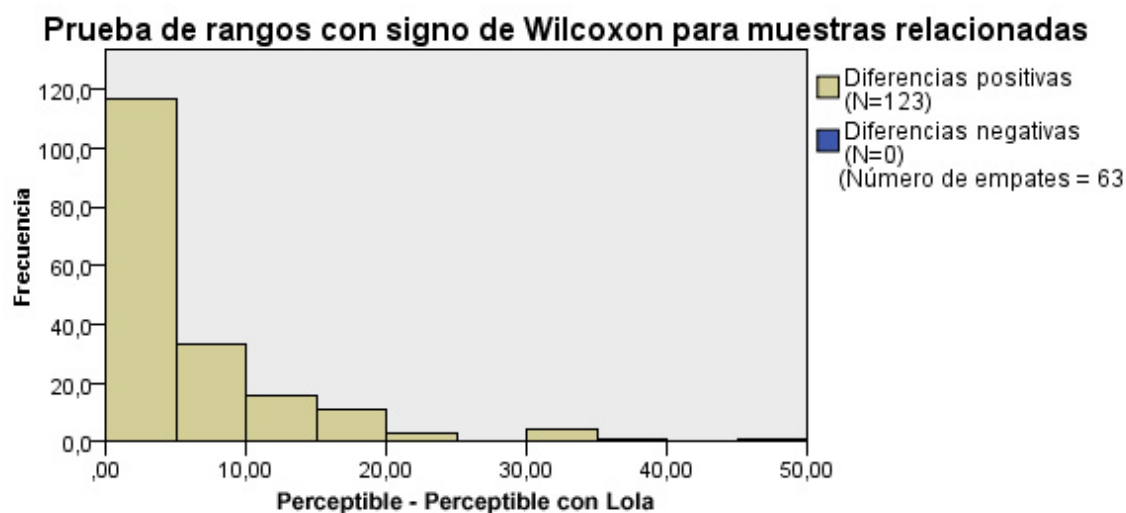


Figura 8.20 Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas para el principio Perceptible. Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba muestran una disminución estadísticamente significativa (p -valor = .000) que alcanza un tamaño del efecto muy grande ($r = .71$) tomando como criterio el descrito por Cohen (1988) : $r = .1$ (bajo) / $r = .3$ (medio) / $r = .5$ (grande) / $r = .7$ (muy grande).

A la vista de estos resultados se puede afirmar que el programa Lola consiguió disminuir de forma significativa el número de errores de accesibilidad web en la población a la que se aplicó. La disminución de errores en el conjunto de las webs analizadas es considerable y alcanza una magnitud del efecto muy alta, lo que permite afirmar que los resultados son fácilmente apreciables por cualquier observador.

8.4. Conclusiones de la aplicación

Esta aplicación ha sido diseñada exclusivamente para mejorar el acceso de las personas a los contenidos web de los miembros de la FIUC. Se han tenido en cuenta los principios, pautas y criterios de conformidad de la WCAG 2.0 para desarrollar una aplicación informática que actúa fundamentalmente sobre el principio Perceptible, concretamente sobre la pauta Alternativas textuales.

La aplicación analiza una web detectando aquellas imágenes sin descripción alternativa y proporciona los mecanismos suficientes para que un humano aporte la pertinente descripción alternativa a las mismas. Durante este proceso, el programa ofrecerá al usuario las recomendaciones de WebAim a la hora de describir una imagen.

La aplicación se encuentra fundamentada teóricamente en base al modelo DOM que permite acceder a cualquier imagen de los documentos HTML y a sus propiedades. El uso de este modelo permite superar el handicap de un código fuente tan variable como el de las páginas web así como las dificultades propias del idioma.

Durante el desarrollo del trabajo se consideró la posibilidad de que el número de miembros de la FIUC pudiera aumentar o disminuir. Se optó por diseñar y elaborar la aplicación de manera que cualquier persona pudiera agregar las direcciones web de los nuevos miembros.

Estas direcciones web pueden no pertenecer únicamente al ámbito universitario, se puede evaluar y tratar de mejorar la accesibilidad web de cualquier página, simplemente agregándola a nuestro listado de webs a evaluar. De esta manera, se podría afirmar que el ámbito de la aplicación es universal: puede incluir webs de instituciones públicas y privadas. Universidades o empresas podrían mejorar los niveles de accesibilidad de sus páginas web, en caso de que fuera posible, facilitando el acceso a los contenidos para personas con diversidad funcional.

Las descripciones alternativas son beneficiosas para todos los usuarios de la web. Resultan importantes para las personas con diversidad funcional visual y en el caso de las personas ciegas, son imprescindibles. Este desarrollo de software puede ayudar a las personas con dificultades para percibir el contenido visual de las webs. El uso de Lola permite que las imágenes puedan ser convertidas por los navegadores y/o lectores de pantalla facilitando el acceso a los contenidos web. En otros casos, el uso de la aplicación podrá ayudar a algunas personas con dificultades para comprender fotografías, gráficos o dibujos.

Lola consiguió reducir de forma significativa el número de errores de accesibilidad web en la población a la que se aplicó. El estudio realizado indica que los resultados son apreciables por cualquier observador, con o sin diversidad funcional.

Durante el desarrollo de la aplicación se realizaron pruebas para tratar de lograr el cumplimiento de ciertos criterios de conformidad. Se ha llegado a la conclusión de que resulta factible elaborar una aplicación que contemple otras mejoras como el título e idioma del documento y las alternativas textuales en los links. Estos elementos pueden ser evaluados y mejorados en el caso de que sea necesario mediante el desarrollo o la mejora de esta aplicación informática, quedando definido de esta manera el próximo trabajo sobre esta aplicación.

En el hipotético caso de realizar un nuevo desarrollo, se recomienda realizar un diseño similar a las herramientas automáticas de evaluación recomendadas por el W3C. La aplicación debería estar fundamentada en las WCAG 2.0 y desarrollada bajo las mismas bases teóricas empleadas en este trabajo. Sin embargo, debería implementarse contando con la inestimable colaboración de Internet, una herramienta online que pudiera ser usada por todos, independientemente del hardware y software utilizados, coincidiendo con la definición de accesibilidad universal.

9

Conclusiones

El constante desarrollo tecnológico y su adaptación al ámbito educativo ha favorecido la aparición de nuevas modalidades de enseñanza, como por ejemplo el e-learning. Esta enseñanza virtual, tan habitual en el ámbito universitario, ofrece nuevas oportunidades a un mayor número de personas que anteriormente tenían dificultades de acceso a una educación superior. Sin embargo, este modelo educativo online debe tratarse con sumo cuidado, pues cada persona es única y accede a la web empleando diferentes medios. No existe un usuario estándar. Los mayores y/o las personas con discapacidad pueden utilizar diferentes productos de apoyo para interactuar con el contenido web como teclados alternativos, ratones adaptados, conmutadores o lectores de pantalla. Por este motivo, si las páginas web no se diseñan teniendo en cuenta buenas prácticas en accesibilidad web, o no se encuentran debidamente implementadas o codificadas, provocarán dificultades de acceso a la información y resultarán inaccesibles para las personas con diversidad funcional.

Las WCAG 2.0 constituyen el estándar internacional mayoritariamente aceptado a nivel mundial y se encargan de establecer los principios y las pautas fundamentales para que los contenidos web sean accesibles para todas las personas. Esta normativa se encuentra reconocida legislativamente en gran parte de los países y su cumplimiento resulta imperativo para preservar los derechos fundamentales de todas las

personas, con o sin discapacidad. Para contextualizar el estudio, se ha realizado una breve descripción de la normativa WCAG 2.0, de los principios, pautas y puntos de verificación que la componen. Es necesario diseñar y codificar las páginas y contenidos web correctamente para que todas las personas puedan utilizarlos, además, el cumplimiento de esta normativa resulta especialmente importante para las personas con discapacidad o que utilizan productos de apoyo para acceder a Internet. Debe resaltarse la importancia y el conocimiento de este tipo de tecnologías pues la mayoría de los estudiantes con discapacidad las utilizan para acceder a los contenidos y recursos de las plataformas educativas. Posteriormente, se ha descrito como se relacionan los productos de apoyo con la web. Tras ello, se han descrito las barreras web más habituales con las que se encuentra una persona con discapacidad a la hora de acceder a Internet en caso de que la web no haya sido diseñada teniendo en cuenta las WCAG 2.0.

El primer objetivo de esta tesis ha sido realizar un estudio descriptivo sobre el grado de cumplimiento del estándar internacional WCAG 2.0 en el conjunto de las webs de los miembros FIUC. Se han empleado herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad web, frecuentemente utilizadas en este tipo de estudios, como muestra la revisión de la literatura. Las webs han sido analizadas utilizando tres herramientas distintas: W3C Markup Validation Service, WAVE y TAW.

En primer lugar se utilizó W3C Markup Validation Service para comprobar si la gramática HTML implementada en las webs ofrecía una correcta interacción con los productos de apoyo que puede utilizar una persona con diversidad funcional para acceder a los contenidos web. El análisis realizado por W3C Markup Validation Service muestra que el 98% de las webs presentan errores en el código fuente. Esto implica una inapropiada interacción de la web con los productos de apoyo que utiliza una persona con discapacidad que, genera barreras a la información.

En segundo lugar, se utilizó WAVE para comprobar si los elementos textuales poseían un contraste adecuado en las webs analizadas. El estudio proporcionado por la herramienta WAVE indica que el 92% de las instituciones analizadas presentan combinaciones de color inadecuadas en sus diseños web. Las consecuencias previsibles son dificultades de acceso a la información para una persona con diversidad funcional visual.

En tercer lugar, se utilizó TAW para realizar un análisis en base a la normativa WCAG 2.0. El estudio realizado por TAW muestra las barreras web y los errores en el cumplimiento de la normativa en la totalidad de las webs analizadas. Mediante el análisis descriptivo de la distribución del número total de errores y del número de errores por cada uno de los principios y pautas en el conjunto de las webs analizadas, se ha comprobado que la mayoría de las webs tienen un número de errores elevado. Estos errores afectan o pueden afectar de forma grave a los usuarios de las webs. Además, se ha detectado un número reducido de webs que presentan valores todavía mayores, que resultan atípicos y extraordinariamente atípicos en la distribución, por lo que han sido analizados al margen del resto de las webs. Analizando los resultados obtenidos podemos observar que los principios Perceptible y Robusto son los que presentan el mayor número de errores de accesibilidad web. Con respecto a las pautas, Compatible y Navegable son las que requieren una mayor atención por parte de los desarrolladores de contenidos.

Los resultados son similares en los cinco continentes y las diferencias apreciadas entre las webs de cada continente no alcanzan significación estadística. Por lo tanto, se puede afirmar que no hay ningún continente que destaque por una mayor sensibilidad hacia la accesibilidad web. Hay que tener en cuenta que África y Oceanía están muy poco representadas en la población analizada.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio y con el objetivo de mejorar el acceso a los contenidos web se han realizado recomendaciones técnicas que permiten subsanar los errores más comunes que presentan las webs evaluadas. En conclusión, el análisis realizado con TAW muestra que las webs no están diseñadas para ofrecer un acceso equitativo a la información para todas las personas y que, en ningún caso están preparadas para satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad.

El segundo objetivo de la tesis fue desarrollar una aplicación para incrementar la accesibilidad web del conjunto de las instituciones analizadas. Se ha diseñado e implementado una aplicación a medida para mejorar la accesibilidad web de los miembros de la FIUC (capítulo 8). Esta aplicación se encuentra fundamentada en las WCAG 2.0 y en el DOM, modelo que permite acceder a la información contenida en las webs, por ello el idioma no resulta una limitación y su aplicación es universal.

Inicialmente, se analizaron las especificaciones de la aplicación para posteriormente poder ser diseñada e implementada. Este software ha sido desarrollado a medida, focalizando su actuación sobre el principio Perceptible, el que presenta mayor número de errores en el presente estudio y específicamente sobre la pauta Alternativas textuales.

La aplicación provee los mecanismos necesarios para que una persona proporcione descripciones alternativas a aquellas imágenes de una página web que no la incluyan. Además, cuenta con una serie de recomendaciones elaboradas por WebAIM para realizar la descripción alternativa de la imagen. De esta manera, si se utiliza esta aplicación, los errores de accesibilidad web encontrados sobre la pauta Alternativas textuales se reducirán en algunos casos, facilitando el acceso los contenidos a las personas con diversidad funcional que interactúen con la web a través de un lector de pantalla.

Para comprobar el efecto en la accesibilidad web del programa Lola se optó por realizar un análisis de datos antes y después de su aplicación al conjunto de las webs

de la FIUC. Los resultados de la prueba muestran una disminución estadísticamente significativa que alcanza un tamaño del efecto muy grande.

El presente estudio demuestra que las instituciones de la FIUC tienen serias dificultades en el cumplimiento de la normativa WCAG 2.0, presentando niveles de accesibilidad web bajos o muy bajos y en algunos casos, muy graves. Las páginas web de los miembros FIUC carecen de un diseño web que proporcione un acceso equitativo a la información, presentando barreras y dificultades de acceso para las personas mayores y/o con discapacidad. La interpretación de los resultados del análisis proporcionado por W3C Markup Validation Service indica una escasa preocupación por mantener un código fuente libre de errores. Una correcta codificación del lenguaje HTML permitiría una mejor interacción con los productos de apoyo que utilizan las personas con discapacidad para navegar por Internet.

El análisis realizado por WAVE sugiere que los diseñadores de la mayoría de las webs analizadas no comprueban las combinaciones de color de primer plano y de color de fondo de la presentación visual, aspecto fundamental para una persona con diversidad funcional visual.

Por último, el análisis realizado por la herramienta TAW muestra que las instituciones tienen serias dificultades con respecto al cumplimiento del estándar internacional WCAG 2.0, presentando niveles bajos o muy bajos de accesibilidad web. El estudio concluye que los usuarios de las webs experimentarían dificultades para percibir la información y en la interacción con los productos de apoyo. Estas dificultades de acceso o barreras web se agravarán en caso de que el usuario sea una persona con discapacidad.

Consideramos los resultados del estudio realizado con herramientas automáticas más que evidentes, como propuesta complementaria sería recomendable realizar test de usuarios con personas con diferente tipos de discapacidad cada web y país evaluado.

Ello sin duda, enriquecería notablemente el estudio, sin embargo, las dificultades y costes para poder llevarlo a cabo se incrementarían exponencialmente.

Se ha diseñado e implementado una herramienta capaz de mejorar la accesibilidad web de las instituciones de la FIUC. La aplicación se encuentra fundamentada sobre las bases teóricas del modelo DOM y las pautas de accesibilidad del contenido web. Tras observar los resultados del análisis observamos que la pauta Alternativas textuales es la tercera pauta con mayor número de errores. La aplicación responde a la necesidad de proporcionar una alternativa textual a aquellas imágenes que así lo requieran. El programa visualizará aquellas imágenes que no dispongan de una descripción alternativa permitiendo a un usuario introducir una descripción adecuada y reduciendo de esta manera el número de errores de accesibilidad web. Además, el programa presenta recomendaciones y buenas prácticas a la hora de describir una imagen. El software almacenará las descripciones que el usuario aporte y reelaborará el código fuente HTML de manera automática incluyendo las mismas.

Entre las ventajas del diseño informático basado en el DOM y el modelo de las páginas web de Internet podemos destacar su atemporalidad, automaticidad y aplicación universal. El software funcionará en un futuro mientras las páginas web continúen utilizando este modelo y debe destacarse su rango de aplicación, cualquier web. Otra ventaja que presenta es que contempla el juicio humano en el procedimiento de las descripciones alternativas de las imágenes lo que permite suprimir el hándicap del idioma favoreciendo su difusión. La aplicación presenta el código fuente en abierto permitiendo cualquier modificación en caso de considerarse necesario. Ha sido diseñada utilizando Excel, una herramienta habitual en cualquier ordenador y que resulta familiar a cualquier usuario, favoreciendo su uso y eliminando cualquier problema de instalación.

El resultado del presente estudio pone de manifiesto que no existe un acceso equitativo a la información y que se están vulnerando los derechos de las personas

con discapacidad. Indudablemente, los desarrolladores y diseñadores necesitan una mayor formación y conocimiento de las WCAG 2.0, así como de las herramientas que pueden ayudar a cumplir esta normativa. El uso de las herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad web resulta altamente recomendable en las fases de diseño y en el proceso de desarrollo web, reduciendo los errores en accesibilidad y facilitando el acceso a los contenidos. Estas herramientas proporcionan informes muy detallados que combinados con el juicio humano resultan una excelente combinación para detectar y solucionar posibles errores en el cumplimiento de la normativa. Los desarrolladores web podrían usar herramientas como los validadores diseñados por el W3C para ayudar a evaluar el código fuente HTML, lo que podría tener un impacto en la mejora de la experiencia de los usuarios que utilizan productos de apoyo cuando visitan una web. Los diseñadores web podrían usar WAVE o herramientas similares para verificar si los diseños implementados en las universidades ofrecen un contraste de color adecuado. Los equipos de desarrollo podrían llevar a cabo verificaciones periódicas utilizando herramientas como TAW que realizan un análisis basado en los principios fundamentales en los que se basan las WCAG 2.0.

La revisión de la literatura nos permite conocer que la problemática del e-learning y las personas con discapacidad no es en absoluto una novedad, son numerosos los estudios de accesibilidad que muestran barreras de acceso a la información. Sin embargo, resulta imperativo que las instituciones de educación superior presten una mayor atención en los diseños web tratando de ajustarlos a la normativa actual existente, protegiendo los derechos fundamentales de las personas y grupos vulnerables.

Existe la necesidad de un cambio en la filosofía del e-learning, el diseño de las páginas web de las instituciones educativas debe atender las necesidades individuales de los usuarios que las visitan. Sin duda, apostar por un diseño universal es el camino, no entendiéndolo como un único diseño capaz de atender a todos y cada uno de los

usuarios, sino un diseño que sea capaz de atender las necesidades del mayor número de personas posible. Esta responsabilidad no puede recaer únicamente en los estamentos de educación superior, debe hacerlo en todas y cada de una de las partes interesadas en conseguir una web más accesible para todos, personas con y sin discapacidad, instituciones educativas, diseñadores, desarrolladores, empresas y el W3C deberían intervenir en el proceso de elaboración de un diseño web más universal y una normativa menos compleja que la actual. Es el camino para conseguir un e-learning más inclusivo y menos excluyente.

9.1. Limitaciones del estudio y sugerencias para futuros trabajos

La principal limitación de este estudio es que se han utilizado herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad web. Es cierto que pueden analizar un sitio web en busca de una amplia gama de errores y cuantificarlos sin embargo, la opinión de los usuarios finales juega un papel muy importante en la evaluación de los sitios web. Por tanto, la principal limitación de este estudio es que solo se realizó la evaluación con estas herramientas. Además, debe tenerse en cuenta que las herramientas no son capaces de analizar todos y cada uno de los aspectos técnicos a evaluar y que, en algunos casos, la existencia de ciertos errores puede provocar o derivar en otros.

La investigación se ha elaborado en base a la normativa WCAG 2.0 y algunos países como Estados Unidos, Italia o Brasil por citar algunos ejemplos no se encuentran sujetos a ella.

Se ha tomado como referencia de evaluación la página inicial de cada estamento, el elevado número de páginas que contiene cada institución universitaria dificulta un análisis de cada sitio web completo, aunque sería recomendable llevarlo a cabo.

Otra limitación evidente ha sido el idioma, no se han evaluado otros aspectos o advertencias que no hayan detectado los validadores y en ningún caso se ha evaluado el acierto, únicamente se ha tenido en cuenta el error detectado.

Por último, no se ha podido conseguir ninguna información sobre los miembros de la FIUC como por ejemplo antigüedad de las instituciones, número de estudiantes o tipología de estudios que ofrecen que permitiera realizar comparativas y correlaciones con el estudio de accesibilidad web.

Las recomendaciones para futuras investigaciones son evidentes: en primer lugar el estudio debería realizarse en base a la normativa vigente en cada país. Además de utilizar herramientas automáticas de evaluación de la accesibilidad para realizar un primer análisis exploratorio y detectar errores y advertencias en la gramática HTML y normativa WCAG 2.0, podría complementarse con test de usuarios. La investigación se vería extraordinariamente enriquecida si los usuarios fueran personas mayores o con diversidad funcional. De esta manera, se detectarían las debilidades de los diseños web empleados y las carencias en accesibilidad web de los mismos, viéndose reflejadas además, las necesidades de los estudiantes de cada institución. El trabajo de los desarrolladores web sobre estas cuestiones y aspectos técnicos incrementaría la usabilidad de las webs de cada institución, resultando beneficioso para todos y cada de los usuarios de la web.

Glosario de términos y acrónimos

Glosario de términos

Array

Es un tipo estructurado de datos capaz de contener y agrupar elementos. La forma más sencilla es la agrupación de elementos de igual tipo, asociándole un número de orden a cada componente para poder ser accedidos.

Banner

Elemento publicitario frecuentemente utilizado en las páginas web.

Pop up

Elementos emergentes que habitualmente muestran contenido publicitario.

Roll over

Efecto que se produce al pasar el cursor del ratón sobre un elemento HTML contenido en una página web.

URL

Secuencia de caracteres que permiten denominar recursos en Internet para que puedan ser localizados.

HTML

Siglas pertenecientes a HyperText Markup Language. Se trata de un lenguaje de programación empleado para el desarrollo de páginas web.

Trackball

Bola rodante.

Acrónimos

AAIDD Asociación Americana de Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo

ATAG Pautas de Accesibilidad para las Herramientas de Autor

CEAPAT Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas

CSS Cascading Style Sheets

DOM Document Object Model

EASTIN Red Europea de Información en Productos de Apoyo

FIUC Federación Internacional de Universidades Católicas

JAWS Job Access With Speech

OMS Organización Mundial de la Salud

TAW Test de accesibilidad Web

TIC Tecnologías de la Información y la Comunicación

UAAG Pautas de Accesibilidad para Aplicaciones de Usuario

UNESCO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

W3C Wide Web Consortium

WAI Web Accessibility Initiative

WCAG Web Content Accessibility Guidelines

WCAG-EM Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology

Referencias

- Abril, D., Delgado, C. y Vígara, Á. (2010). *Comunicación Aumentativa y Alternativa*. CEAPAT.
- Abril, D., Gil, S. y Sebastián, M. (2013). *Mi interfaz de acceso al ordenador*. Recuperado de <https://ceapat.imserso.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/interfazacceso.pdf>
- Acosta-Vargas, P., Luján-Mora, S. y Salvador-Ullauri, L. (2016). Evaluation of the web accessibility of higher-education websites. *2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ITHET.2016.7760703>
- Adell, J. (1997). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 0(7), 007. Recuperado de <http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/570>
- AENOR. *UNE 139803:2012. Requisitos de accesibilidad para contenidos en la web.* , (2012).
- Ahmi, A. y Mohamad, R. (2016). Evaluating accessibility of Malaysian public universities websites using achecker and wave. *Journal of ICT*, 15(2), 193–214. Recuperado de <http://jict.uum.edu.my/images/pdf3/vol15no2/10jictno22016.pdf>

- AkgÜL, Y. y Vatansever, K. (2016). Web Accessibility Evaluation of Government Websites for People with Disabilities in Turkey. *Journal of Advanced Management Science*, 201-210. <https://doi.org/10.12720/joams.4.3.201-210>
- Alahmadi, T. J. y Drew, S. (2017). An evaluation of the accessibility of top-ranking university websites: Accessibility rates from 2005 to 2015. *Journal of Open Flexible and Distance Learning*, 21(1), 7-24. Recuperado de <http://www.jofdl.nz/index.php/JOFDL/article/view/273>
- Alexander, D. (2004). WebWatch: How Accessible Are Australian University Web Sites? *Ariadne*, (38). Recuperado de <http://www.ariadne.ac.uk/issue38/alexander>
- Al-Khalifa, H. S. (2012). The accessibility of Saudi Arabia government Web sites: an exploratory study. *Universal Access in the Information Society*, 11(2), 201-210. <https://doi.org/10.1007/s10209-010-0215-7>
- Al-Khalifa, H. S., Baazeem, I. y Alamer, R. (2017). Revisiting the accessibility of Saudi Arabia government websites. *Universal Access in the Information Society*, 16(4), 1027-1039. <https://doi.org/10.1007/s10209-016-0495-7>
- Altbach, P. G., Reisberg, L. y Rumbley, L. (2009). *Trends in global higher education: Tracking an academic revolution: A report prepared for the UNESCO 2009 world conference on higher education*. París, Francia: UNESCO.
- Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (2019). ACNUDH | Disabilitiesconvention. Recuperado 15 de abril de 2019, de <https://www.ohchr.org/SP/HRBodies/CRPD/Pages/disabilitiesconvention.aspx>
- American Foundation for the Blind. (2018). American Foundation for the Blind - Home Page. Recuperado 4 de junio de 2018, de <https://www.afb.org/default.aspx>

- Arasid, W., Abdullah, A. G., Wahyudin, D., Abdullah, C. U., Widiaty, I., Zakaria, D., . . . Juhana, A. (2018). An Analysis of Website Accessibility in Higher Education in Indonesia Based on WCAG 2.0 Guidelines. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 306, 012130. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/306/1/012130>
- ATRC. (2018). IDI Web Accessibility Checker[202F?]: Web Accessibility Checker. Recuperado 15 de julio de 2018, de <https://achecker.ca/checker/index.php>
- Aula, A. (2005). User Study on Older Adults' Use of the Web and Search Engines. *Univers. Access Inf. Soc.*, 4(1), 67–81. <https://doi.org/10.1007/s10209-004-0097-7>
- Aula, A. y Käki, M. (2005). Less is more in Web search interfaces for older adults. *First Monday*, 10(7). Recuperado de <http://journals.uic.edu/ojs/index.php/fm/article/view/1254>
- Aziz, M. A., Isa, W. A. R. W. M. y Nordin, N. (2010). Assessing the accessibility and usability of Malaysia Higher Education Website. *2010 International Conference on User Science and Engineering (i-USER)*, 203-208. <https://doi.org/10.1109/IUSER.2010.5716752>
- Baguma, R. y Lubega, J. T. (2008). Web Design Requirements for Improved Web Accessibility for the Blind. En J. Fong, R. Kwan y F. L. Wang (Eds.), *Hybrid Learning and Education* (pp. 392-403). Springer Berlin Heidelberg.
- Barricelli, B. R., Sciarelli, P., Valtolina, S. y Rizzi, A. (2018). Web accessibility legislation in Italy: a survey 10 years after the Stanca Act. *Universal Access in the Information Society*, 17(1), 211-222. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0526-z>
- Basdekis, I., Klironomos, I., Metaxas, I. y Stephanidis, C. (2010). An overview of web accessibility in Greece: a comparative study 2004–2008. *Universal Access in the Information Society*, 9(2), 185-190. <https://doi.org/10.1007/s10209-009-0166-z>

- Basil, C., Soro-Camats, E. y Rosell, C. (1998). *Sistemas de signos y ayudas técnicas para la comunicación aumentativa y la escritura[202F?]: principios teóricos y aplicaciones*. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/19162>
- Benavidez, C. (2018). Examinator. Recuperado 15 de julio de 2018, de <http://examinator.ws/>
- Bergman, E. y Johnson, E. (1995). Towards Accessible Human-Computer Interaction. *Advances in Human-Computer Interaction*, 5, 87-114.
- Bigham, J. P., Prince, C. M. y Ladner, R. E. (2008). WebAnywhere: A Screen Reader On-the-go. *Proceedings of the 2008 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, 73–82. <https://doi.org/10.1145/1368044.1368060>
- Billingham, L. (2014). Improving academic library website accessibility for people with disabilities. *Library Management*, 35(8/9), 565-581. <https://doi.org/10.1108/LM-11-2013-0107>
- Borodin, Y., Bigham, J. P., Dausch, G. y Ramakrishnan, I. V. (2010). More Than Meets the Eye: A Survey of Screen-reader Browsing Strategies. *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, 13:1–13:10. <https://doi.org/10.1145/1805986.1806005>
- Bradbard, D. A. y Peters, C. (2010). Web Accessibility Theory and Practice: An Introduction for University Faculty. *Journal of Educators Online*, 7(1). Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ904073>
- Brajnik, G. (2006). Web Accessibility Testing: When the Method Is the Culprit. En K. Miesenberger, J. Klaus, W. L. Zagler y A. I. Karshmer (Eds.), *Computers Helping People with Special Needs* (Vol. 4061, pp. 156-163). https://doi.org/10.1007/11788713_24

- Brajnik, G. (2008). Beyond Conformance: The Role of Accessibility Evaluation Methods. En S. Hartmann, X. Zhou y M. Kirchberg (Eds.), *Web Information Systems Engineering – WISE 2008 Workshops* (Vol. 5176, pp. 63-80). https://doi.org/10.1007/978-3-540-85200-1_9
- Brajnik, G. y Lomuscio, R. (2007). SAMBA: a semi-automatic method for measuring barriers of accessibility. *Proceedings of the 9th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility - Assets '07*, 43. <https://doi.org/10.1145/1296843.1296853>
- Bühler, C., Heck, H., Perlick, O., Nietzio, A. y Ulltveit-Moe, N. (2006). Interpreting Results from Large Scale Automatic Evaluation of Web Accessibility. *Proceedings of the 10th International Conference on Computers Helping People with Special Needs*, 184–191. https://doi.org/10.1007/11788713_28
- Burgstahler, S. (2008). Equal Access: Universal Design of Instruction | DO-IT. Recuperado 15 de abril de 2019, de <https://www.washington.edu/doit/equal-access-universal-design-instruction>
- Caballero-Cortés, L., Faba-Pérez, C. y Moya-Anegón, F. de. (2009). Evaluación comparativa de la accesibilidad de los espacios web de las bibliotecas universitarias españolas y norteamericanas. *Investigación bibliotecológica*, 23(47), 45-66. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-358X2009000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Calvo, R., Iglesias, A. y Moreno, L. (2014). Accessibility barriers for users of screen readers in the Moodle learning content management system. *Universal Access in the Information Society*, 13(3), 315-327. <https://doi.org/10.1007/s10209-013-0314-3>

- Casasola Balsells, L. A., Guerra González, J., Casasola Balsells, M. A. y Pérez Chamorro, V. A. (2017). La accesibilidad de los portales web de las universidades públicas andaluzas. *Revista española de Documentación Científica*, 40(2), 169. <https://doi.org/10.3989/redc.2017.2.1372>
- Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas. (2018). Ceapat. Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas[202F?]: Inicio. Recuperado 15 de julio de 2018, de http://www.ceapat.es/ceapat_01/index.htm
- Chacón-Medina, A., Chacón-López, H., López-Justicia, M. D. y Fernández-Jiménez, C. (2013). Dificultades en la Accesibilidad Web de las Universidades Españolas de acuerdo a la Norma WCAG 2.0. *Revista española de Documentación Científica*, 36(4), 025. <https://doi.org/10.3989/redc.2013.4.1009>
- Chiang, M. F., Cole, R. G., Gupta, S., Kaiser, G. E. y Starren, J. B. (2005). Computer and World Wide Web accessibility by visually disabled patients: problems and solutions. *Survey of Ophthalmology*, 50(4), 394-405. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2005.04.004>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. ed.). [Hillsdale, NJ u.a.][202F?]: Erlbaum.
- Comeaux, A. y Schmetzke, D. (2007). Web accessibility trends in university libraries and library schools. *Library Hi Tech*, 25(4), 457-477. <https://doi.org/10.1108/07378830710840437>
- Conway, V., Brown, J., Hollier, S. y Nicholl, C. (2012). Website Accessibility: a Comparative Analysis of Australian National and State/Territory

- Library Websites. *The Australian Library Journal*, 61(3), 170-188.
<https://doi.org/10.1080/00049670.2012.10736059>
- Cooper, M., Lowe, T. y Taylor, M. (2008). Access to Mathematics in Web Resources for People with a Visual Impairment. En K. Miesenberger, J. Klaus, W. Zagler y A. Karshmer (Eds.), *Computers Helping People with Special Needs* (pp. 926-933). Springer Berlin Heidelberg.
- Crow, K. L. (2008). Four Types of Disabilities: Their Impact on Online Learning. *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning*, 52(1), 51-55.
<https://doi.org/10.1007/s11528-008-0112-6>
- Cryptzone North America Inc. (2015). Cryptzone Cynthia Says Portal. Recuperado 15 de julio de 2018, de <http://www.cynthiasays.com/>
- de Witte, L., Steel, E., Gupta, S., Ramos, V. D. y Roentgen, U. (2018). Assistive technology provision: towards an international framework for assuring availability and accessibility of affordable high-quality assistive technology. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(5), 467-472.
<https://doi.org/10.1080/17483107.2018.1470264>
- Dickey. (2018). *Lynx*. Recuperado de <http://lynx.invisible-island.net/>
- Dickinson, A., Eisma, R., Gregor, P., Syme, A. y Milne, S. (2005). Strategies for teaching older people to use the World Wide Web. *Universal Access in the Information Society*, 4(1), 3-15. <https://doi.org/10.1007/s10209-003-0082-6>
- Discapnet. (2010). *Accesibilidad de Portales web Universitarios* (p. 54). Recuperado de Discapnet website: https://www.discapnet.es/sites/default/files/areas-tematicas/tecnologia/acces_portales_web_universitarios_detallado.pdf

- Federación Internacional de Universidades Católicas. (2019). FIUC. Recuperado 24 de marzo de 2019, de http://www.fiuc.org/index_es.html
- Fernández, R. (2010). *Factores antecedentes en el uso de entornos virtuales de formación y su efecto sobre el desempeño docente*. Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/7524>
- Free Software Foundation. (2011). *Virtual Magnifying Glass*. Recuperado de <http://magnifier.sourceforge.net/>
- Freedom Scientific. (2018). JAWS Screen Reader - Best in Class. Recuperado 5 de noviembre de 2018, de <https://www.freedomscientific.com/Products/Blindness/JAWS>
- Friedman, M. G. y Bryen, D. N. (2007). Web accessibility design recommendations for people with cognitive disabilities. *Technology and Disability*, 19(4), 205-212. Recuperado de <https://content.iospress.com/articles/technology-and-disability/tad00242>
- Fundación CTIC. (2018). TAW | Web accessibility and W3C standardization services. Recuperado 4 de junio de 2018, de <https://www.tawdis.net/>
- Galvez, R. A. y Youngblood, N. E. (2016). e-Government in Rhode Island: what effects do templates have on usability, accessibility, and mobile readiness? *Universal Access in the Information Society*, 15(2), 281-296. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0384-x>
- Gambino, O., Pirrone, R. y Giorgio, F. D. (2016). Accessibility of the Italian institutional web pages: a survey on the compliance of the Italian public administration web pages to the Stanca Act and its 22 technical requirements for web accessibility. *Universal Access in the Information Society*, 15(2), 305-312. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0381-0>

- Gay, G. y Li, C. Q. (2010). AChecker: open, interactive, customizable, web accessibility checking. *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A) - W4A '10*, 1. <https://doi.org/10.1145/1805986.1806019>
- Gazzola, A. L. y Didriksson, A. (2008). *Trends in Higher Education in Latin America and the Caribbean*. Caracas: IESALC-UNESCO.
- Gonçalves, R., Rocha, T., Martins, J., Branco, F. y Au-Yong-Oliveira, M. (2018). Evaluation of e-commerce websites accessibility and usability: an e-commerce platform analysis with the inclusion of blind users. *Universal Access in the Information Society*, 17(3), 567-583. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0557-5>
- Google accessibility. (2016). *Contraste alto*. Google.
- Gupta, S., Kaiser, G., Neistadt, D. y Grimm, P. (2003). DOM-based Content Extraction of HTML Documents. *Proceedings of the 12th International Conference on World Wide Web*, 207–214. <https://doi.org/10.1145/775152.775182>
- Hackett, S. y Parmanto, B. (2005). A longitudinal evaluation of accessibility: higher education web sites. *Internet Research*, 15(3), 281-294. <https://doi.org/10.1108/10662240510602690>
- Harper, K. A. y DeWaters, J. (2008). A Quest for website accessibility in higher education institutions. *The Internet and Higher Education*, 11(3), 160-164. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2008.06.007>
- Hashemian, B. J. (2011). Analyzing Web Accessibility in Finnish Higher Education. *SIGACCESS Access. Comput.*, (101), 8–16. <https://doi.org/10.1145/2047473.2047475>
- Henry, S. L. (2006). Understanding web accessibility. En *Web Accessibility: Web Standards and Regulatory Compliance* (pp. 1–51). Apress.

- Henry, S. L. (2007). *Just Ask: Integrating Accessibility Throughout Design* (Large Print Edition). Madison, USA: Lulu.com.
- Hilera, J. R., Fernández, L., Suárez, E. y Vilar, E. T. (2013). Evaluación de la accesibilidad de páginas web de universidades españolas y extranjeras incluidas en rankings universitarios internacionales. *Revista española de Documentación Científica*, 36(1), 004. <https://doi.org/10.3989/redc.2013.1.913>
- IMS Global Learning Consortium. (2018). IMS Global Learning Consortium. Recuperado 5 de junio de 2018, de <https://www.imsglobal.org/>
- Iniesto, F., Rodrigo, C. y Moreira Teixeira, A. (2014). Accessibility analysis in MOOC platforms. A case study: UNED COMA and UAbiMOOC. En L. Bengochea, R. Hernández y J. R. Hilera (Eds.), *V Congreso Internacional sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2014)* (pp. 545-550). Recuperado de <http://www.esvial.org/cafvir2014/>
- Ismail, A., Kuppusamy, K. S. y Nengroo, A. S. (2018). Multi-tool accessibility assessment of government department websites: a case-study with JK-GAD. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(6), 504-516. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1344883>
- Ismailova, R. y Inal, Y. (2017). Accessibility evaluation of top university websites: a comparative study of Kyrgyzstan, Azerbaijan, Kazakhstan and Turkey. *Universal Access in the Information Society*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0541-0>
- Jaeger, P. T. (2006). Assessing Section 508 compliance on federal e-government Web sites: A multi-method, user-centered evaluation of accessibility for persons with disabilities. *Government Information Quarterly*, 23(2), 169-190. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2006.03.002>

- Jaeger, P. T. y Bowman, C. A. (2005). *Understanding Disability: Inclusion, Access, Diversity, and Civil Rights*. Westport: Praeger.
- Kane, S. K., Jayant, C., Wobbrock, J. O. y Ladner, R. E. (2009). Freedom to Roam: A Study of Mobile Device Adoption and Accessibility for People with Visual and Motor Disabilities. *Proceedings of the 11th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 115–122. <https://doi.org/10.1145/1639642.1639663>
- Kane, S. K., Shulman, J. A., Shockley, T. J. y Ladner, R. E. (2007). A web accessibility report card for top international university web sites. *Proceeding W4A '07 Proceedings of the 2007 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, 148-156. <https://doi.org/10.1145/1243441.1243472>
- Karhu, M., Hilera, J. R., Fernández, L. y Ríos, R. (2012). Accessibility and readability of university websites in Finland. *Journal of Accessibility and Design for All*, 2(2), 178-189. <https://doi.org/10.17411/jaccess.v2i2.70>
- Keith, J. y Sambells, J. (2011). *DOM Scripting: Web Design with JavaScript and the Document Object Model*. New York, USA: Apress.
- King, A. (2016). *Webbie*. Recuperado de <https://www.webbie.org.uk/>
- Kopackova, H., Michalek, K. y Cejna, K. (2010). Accessibility and findability of local e-government websites in the Czech Republic. *Universal Access in the Information Society*, 9(1), 51-61. <https://doi.org/10.1007/s10209-009-0159-y>
- Kurt, S. (2017). Accessibility of Turkish university Web sites. *Universal Access in the Information Society*, 16(2), 505-515. <https://doi.org/10.1007/s10209-016-0468-x>

- Laitano, M. I. (2015). Accesibilidad web en el espacio universitario público argentino. *Revista española de Documentación Científica*, 38(1), e079. <https://doi.org/10.3989/redc.2015.1.1136>
- Laviña, J. y Mengual, L. (2008). *Libro blanco de la Universidad digital 2010*. Madrid (España): Ariel, Fundación Telefónica.
- Lazar, J., Allen, A., Kleinman, J. y Malarkey, C. (2007). What Frustrates Screen Reader Users on the Web: A Study of 100 Blind Users. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 22(3), 247-269. <https://doi.org/10.1080/10447310709336964>
- Lazar, J., Feng, J. y Allen, A. (2006). Determining the impact of computer frustration on the mood of blind users browsing the web. *Proceedings of the 8th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility - Assets '06*, 149. <https://doi.org/10.1145/1168987.1169013>
- Leuthold, S., Bargas-Avila, J. A. y Opwis, K. (2008). Beyond web content accessibility guidelines: Design of enhanced text user interfaces for blind internet users. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(4), 257-270. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2007.10.006>
- Lilly, E. B. y Fleet, C. V. (2000). Wired But Not Connected. *The Reference Librarian*, 32(67-68), 5-28. https://doi.org/10.1300/J120v32n67_02
- Lindley, C. (2013). *DOM Enlightenment by Cody Lindley*. Sebastopol, United States of America: O'Reilly Media.
- Liu, Y. Q., Bielefield, A. y McKay, P. (2017). Are urban public libraries websites accessible to Americans with Disabilities? *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0571-7>

- Maisak, R. y Brown, J. (2014). Web Accessibility on Thai Higher Education Websites. *ECU Publications Post 2013*. Recuperado de <http://ro.ecu.edu.au/ecuworkspost2013/2451>
- Mankoff, J., Fait, H. y Tran, T. (2005). Is Your Web Page Accessible?: A Comparative Study of Methods for Assessing Web Page Accessibility for the Blind. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 41–50. <https://doi.org/10.1145/1054972.1054979>
- Máñez, C. y Cervera, J. (2016). *Inclusión y software educativo*. En M. Álvares (Presidencia), *I Congreso Internacional de Tecnologías, Comunicación y Educación Inclusiva*. Congreso llevado a cabo en Milagro, Ecuador. Congreso presentado en Milagro, Ecuador. Milagro, Ecuador.
- Máñez, C. y Fernández, R. (2016). *Accesibilidad web y productos de Apoyo*. En M. Álvares (Presidencia), *I Congreso Internacional de Tecnologías, Comunicación y Educación Inclusiva*. Congreso llevado a cabo en Milagro, Ecuador. Presentado en Congreso Internacional de Tecnologías, Comunicación y Educación Inclusiva., Milagro, Ecuador.
- Menzi-Çetin, N., Alemdağ, E., Tüzün, H. y Yıldız, M. (2017). Evaluation of a university website's usability for visually impaired students. *Universal Access in the Information Society*, 16(1), 151-160. <https://doi.org/10.1007/s10209-015-0430-3>
- Montero, Y. H. y Martín Fernández, F. J. M. (2004). Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitios web accesibles. *Revista española de Documentación Científica*, 27(3), 330-344. Recuperado de <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/156>

- Morrell, R. W. (2005). <http://www.nihseniorhealth.gov>: the process of construction and revision in the development of a model web site for use by older adults. *Universal Access in the Information Society*, 4(1), 24-38. <https://doi.org/10.1007/s10209-003-0085-3>
- Murphy, E., Kuber, R., McAllister, G., Strain, P. y Yu, W. (2008). An empirical investigation into the difficulties experienced by visually impaired Internet users. *Universal Access in the Information Society*, 7(1), 79-91. <https://doi.org/10.1007/s10209-007-0098-4>
- Navarrete, R. y Luján, S. (2014). Accesibilidad web en las Universidades del Ecuador. Análisis preliminar. *Revista Politécnica*, 33(1). Recuperado de https://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/94
- NC State University. (2018). Color Contrast Analyzer for Chrome. Recuperado 30 de octubre de 2018, de <https://accessibility.oit.ncsu.edu/tools/color-contrast-chrome/>
- Nengroo, A. S. y Kuppusamy, K. S. (2018). Accessible images (AIMS): a model to build self-describing images for assisting screen reader users. *Universal Access in the Information Society*, 17(3), 607-619. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0607-z>
- Nielsen. (2013). Usability for Senior Citizens. Recuperado 29 de julio de 2018, de Nielsen Norman Group website: <https://www.nngroup.com/articles/usability-for-senior-citizens/>
- Nielsen, J. (2003). Alternative Interfaces for Accessibility. Recuperado 4 de julio de 2018, de Nielsen Norman Group website: <https://www.nngroup.com/articles/alternative-interfaces-for-accessibility/>

- Nir, H. L. y Rimmerman, A. (2018). Evaluation of Web content accessibility in an Israeli institution of higher education. *Universal Access in the Information Society*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s10209-018-0615-7>
- Olalere, A. y Lazar, J. (2011). Accessibility of U.S. federal government home pages: Section 508 compliance and site accessibility statements. *Government Information Quarterly*, 28(3), 303-309. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2011.02.002>
- OMS. (2011). Organización Mundial de la Salud. Recuperado 5 de junio de 2018, de OMS | Informe mundial sobre la discapacidad website: <http://www.who.int/es>
- OMS. (2013). *Salud ocular universal[202F?]: un plan de acción mundial para 2014-2019*. Recuperado de http://www.who.int/blindness/AP2014_19_Spanish.pdf?ua=1
- OMS. (2017). WHO | Assistive devices and technologies. Recuperado 14 de julio de 2018, de WHO website: <http://www.who.int/disabilities/technology/en/>
- OMS. (2018a). OMS | Datos interesantes acerca del envejecimiento. Recuperado 6 de noviembre de 2018, de WHO website: <http://www.who.int/ageing/about/facts/es/>
- OMS. (2018b). WHO | Ageing and life course infographics. Recuperado 6 de noviembre de 2018, de WHO website: <http://www.who.int/ageing/media/infographics/en/>
- OMS. (2019). Sordera y pérdida de la audición. Recuperado 16 de abril de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- OMS, USAID y Alliance, I. D. (2016). *Lista de productos de apoyo prioritarios: mejora del acceso a las tecnologías de apoyo para todos, en todo lugar* (Technical documents N.º WHO/EMP/PHI/2016.01). Recuperado de Organización Mundial de la Salud website: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/207697>

- Ortega, J. A. (2002). "Organización de programas de enseñanza virtual: una perspectiva ciber-ecológica". *Actas de las VI Jornadas Andaluzas sobre Organización y Dirección de Instituciones Educativas*, 545-566. Granada: Grupo Ed. Universitario.
- Paciello, M. (2000). *Web accessibility for people with disabilities*. CRC Press.
- Pardo, A., Ruiz, M. Á. y San Martín, R. (2009). *Análisis de datos en ciencias sociales y de la salud I*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=570216>
- Pascual, A., Ribera, M. y Granollers, T. (2015). Impact of web accessibility barriers on users with a hearing impairment. *DYNA*, 82(193), 233-240. <https://doi.org/10.15446/dyna.v82n193.53499>
- Pascual, A., Ribera, M., Granollers, T. y Coiduras, J. L. (2014). Impact of Accessibility Barriers on the Mood of Blind, Low-vision and Sighted Users. *Procedia Computer Science*, 27, 431-440. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.047>
- Pressman, R. S. y Troya, J. M. (1988). *Ingeniería del software*. México DF , México: S.A. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA.
- Puhretmair, F. y Miesenberger, K. (2005). Making sense of accessibility in IT design - usable accessibility vs. accessible usability. *16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'05)*, 861-865. <https://doi.org/10.1109/DEXA.2005.129>
- Rau, P.-L. P., Zhou, L., Sun, N. y Zhong, R. (2016). Evaluation of web accessibility in China: changes from 2009 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 15(2), 297-303. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0385-9>
- Red Europea de Información en Productos de Apoyo. (2018). EASTIN - Búsquedas - Productos de apoyo. Recuperado 8 de julio de 2018, de <http://www.eastin.eu/es-es/searches/products/index>

- Redish, J. y Chisnell, D. (2004). *Designing Web Sites for Older Adults: A Review of Recent Research*. Recuperado de https://assets.aarp.org/www.aarp.org_/articles/research/oww/AARP-LitReview2004.pdf
- Refsnes Data. (2018). JavaScript and HTML DOM Reference. Recuperado 5 de junio de 2018, de <https://www.w3schools.com/jsref/default.asp>
- Ribera, M., Térmens, M. y Frías, A. (2009). La accesibilidad de las webs de las universidades españolas. Balance 2001-2006. *Revista española de Documentación Científica*, 32(3), 66-88. <https://doi.org/10.3989/redc.2009.3.683>
- Roig-Vila, R., Ferrández, S. y Ferri-Miralles, I. (2014). Assessment of Web Content Accessibility Levels in Spanish Official Online Education Environments. *International Education Studies*, 7(6). <https://doi.org/10.5539/ies.v7n6p31>
- Rutter, R., Lauke, P. H., Waddell, C., Thatcher, J., Henry, S. L., Lawson, B., . . . Regan, B. (2006). *Web accessibility: Web standards and regulatory compliance*. New York: Apress.
- Sam-Anlas, C. A. y Stable-Rodríguez, Y. (2016). Evaluación de la accesibilidad web de los portales del Estado en Perú. *Revista española de Documentación Científica*, 39(1), 120. Recuperado de <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/923>
- Scala, G. (2015). Check My Colours - Analyse the color contrast of your web pages. Recuperado 29 de octubre de 2018, de <http://www.checkmycolours.com/>
- Schmetzke, A. (2001). Web accessibility at university libraries and library schools. *Library Hi Tech*, 19(1), 35-49. <https://doi.org/10.1108/07378830110384584>
- Seale. (2014). *E-learning and Disability in Higher Education: Accessibility Research and Practice*. New York, USA: Routledge.

- Serrano, E. S., Ocaña, A. M. y Martos, I. O. (2010). Métrica para la evaluación de la accesibilidad en Internet: propuesta y testeo. *Revista española de Documentación Científica*, 33(3), 378-396. <https://doi.org/10.3989/redc.2010.3.719>
- Shawar, B. A. (2015). Evaluating Web Accessibility of Educational Websites. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 10(4), 4-10. Recuperado de <http://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/4518>
- Shi, Y. (2007). The accessibility of Chinese local government Web sites: An exploratory study. *Government Information Quarterly*, 24(2), 377-403.
- SIDAR. (2010). Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.0. Recuperado 5 de junio de 2018, de <http://www.sidar.org/traducciones/wcag20/es/>
- Solovieva, T. I. y Bock, J. M. (2014). Monitoring for Accessibility and University Websites: Meeting the Needs of People with Disabilities. *Journal of Postsecondary Education and Disability*, 27(2), 113-127. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1040525>
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del software*. Madrid (España): Pearson Educación.
- Spindler, T. (2002). The Accessibility of Web Pages for Mid-Sized College and University Libraries. *Reference & User Services Quarterly*, 42(2), 149-154. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/20863979>
- Stamford Interactive. (2012). Stamford Interactive. Recuperado 30 de octubre de 2018, de <http://stamfordinteractive.com.au/>
- Stephanidis, C. (2001). *User interfaces for all: concepts, methods, and tools*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

- Stewart, R., Narendra, V. y Schmetzke, A. (2005). Accessibility and usability of online library databases. *Library Hi Tech*, 23(2), 265-286. <https://doi.org/10.1108/07378830510605205>
- Térmens, M., Ribera, M. y Sulé, A. (2003). Nivel de accesibilidad de las sedes web de las universidades españolas. *Revista española de Documentación Científica*, 26(1), 21-39. <https://doi.org/10.3989/redc.2003.v26.i1.131>
- The Paciello Group. (2018). Colour Contrast Analyser (CCA). Recuperado 29 de octubre de 2018, de <https://developer.paciellogroup.com/resources/contrastanalyser/>
- Theofanos, M. F. y Redish, J. (2003). Guidelines for Accessible and Usable Web Sites: Observing Users Who Work With Screen Readers. *Interactions*, 10(6), 38-51.
- Tobii AB. (2018). Tobii.com - Tobii is the world leader in eye tracking [Information]. Recuperado 30 de octubre de 2018, de <https://www.tobii.com/>
- United Nations. (2018). Universal Declaration of Human Rights. Recuperado 4 de junio de 2018, de <http://www.un.org/en/universal-declaration-human-rights/>
- Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. (2019). Universidad Católica de Valencia «San Vicente Mártir». Recuperado 15 de abril de 2019, de <https://www.ucv.es/>
- Vargas, Cl., Sepúlveda, A., Muñoz, R. y Providel, E. (2012). Publication - Accesibilidad en Portales Universitarios Chilenos. *Proceedings XXIV Encuentro Chileno de Computación ECC- 2012*. Recuperado de <http://informatica.uv.cl/index.php/es/investigacion/publicaciones/publicaciones?view=publication&task=show&id=94>
- Verkijika, S. F. y De Wet, L. (2018). Accessibility of South African university websites. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-018-0632-6>

- Vigo, M., Arrue, M., Brajnik, G., Lomuscio, R. y Abascal, J. (2007). Quantitative Metrics for Measuring Web Accessibility. *Proceedings of the 2007 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, 99–107. <https://doi.org/10.1145/1243441.1243465>
- Von Ahn, L. y Dabbish, L. (2004). *Labeling images with a computer game*. 319-326. <https://doi.org/10.1145/985692.985733>
- W3C. (2004). ¿Qué es el Modelo de Objetos del Documento? Recuperado 15 de julio de 2018, de <https://www.w3.org/2005/03/DOM3Core-es/introduccion.html>
- W3C. (2008). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. Recuperado 11 de junio de 2018, de <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>
- W3C. (2015). W3C DOM4. Recuperado 5 de junio de 2018, de <https://www.w3.org/TR/dom/>
- W3C. (2016). Understanding WCAG 2.0. Recuperado 1 de julio de 2018, de <https://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/Overview.html#contents>
- W3C. (2018a). The W3C Markup Validation Service. Recuperado 15 de julio de 2018, de The W3C Markup Validation Service website: <https://validator.w3.org/>
- W3C. (2018b). The W3C CSS Validation Service. Recuperado 15 de julio de 2018, de The W3C CSS Validation Service website: <https://jigsaw.w3.org/css-validator/>
- WAI. (2018a). Accessibility Principles. Recuperado 1 de julio de 2018, de Web Accessibility Initiative (WAI) website: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-principles/>

- WAI. (2018b). Web Accessibility Laws & Policies. Recuperado 30 de octubre de 2018, de Web Accessibility Initiative (WAI) website: <https://www.w3.org/WAI/policies/>
- WAI. (2018c). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview. Recuperado 15 de julio de 2018, de Web Accessibility Initiative (WAI) website: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>
- WAI. (2018d). Tools and Techniques. Recuperado 16 de abril de 2019, de Web Accessibility Initiative (WAI) website: <https://www.w3.org/WAI/people-use-web/tools-techniques/>
- WAI. (2018e). Accessibility - W3C. Recuperado 16 de abril de 2019, de <https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility>
- WAI. (2018f). Diverse Abilities and Barriers. Recuperado 29 de octubre de 2018, de Web Accessibility Initiative (WAI) website: <https://www.w3.org/WAI/people-use-web/abilities-barriers/>
- WAI. (2018g). WCAG-EM Overview: Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology. Recuperado 1 de julio de 2018, de Web Accessibility Initiative (WAI) website: <https://www.w3.org/WAI/test-evaluate/conformance/wcag-em/>
- WAI. (2018h). Web Accessibility Evaluation Tools List. Recuperado 15 de julio de 2018, de <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>
- WebAIM. (2017a). WebAIM: Designing for Screen Reader Compatibility. Recuperado 4 de noviembre de 2018, de <https://webaim.org/techniques/screenreader/>
- WebAIM. (2017b). WebAIM: Screen Reader User Survey #7 Results. Recuperado 5 de noviembre de 2018, de <https://webaim.org/projects/screenreadersurvey7/>

- WebAIM. (2017c). WebAIM: Visual Disabilities - Color-blindness. Recuperado 5 de noviembre de 2018, de <https://webaim.org/articles/visual/colorblind>
- WebAIM. (2017d). WebAIM: Alternative Text. Recuperado 8 de noviembre de 2018, de <https://webaim.org/techniques/alttext/>
- WebAIM. (2018). WAVE Web Accessibility Tool. Recuperado 5 de junio de 2018, de <http://wave.webaim.org/>
- Wu, S., Wieland, J., Farivar, O. y Schiller, J. (2017). *Automatic Alt-text: Computer-generated Image Descriptions for Blind Users on a Social Network Service*. 1180-1192. <https://doi.org/10.1145/2998181.2998364>
- Yang, Y. T. y Chen, B. (2015). Web Accessibility for Older Adults: A Comparative Analysis of Disability Laws. *The Gerontologist*, 55(5), 854-864. <https://doi.org/10.1093/geront/gnv057>
- Yesilada, Y., Brajnik, G. y Harper, S. (2009). How Much Does Expertise Matter?: A Barrier Walkthrough Study with Experts and Non-experts. *Proceedings of the 11th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 203-210. <https://doi.org/10.1145/1639642.1639678>
- Yesilada, Y., Brajnik, G., Vigo, M. y Harper, S. (2015). Exploring perceptions of web accessibility: a survey approach. *Behaviour & Information Technology*, 34(2), 119-134. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2013.848238>
- Yesilada, Y., Harper, S., Goble, C. y Stevens, R. (2004). Screen Readers Cannot See. *Web Engineering*, 445-458. https://doi.org/10.1007/978-3-540-27834-4_55
- Zap, N. y Montgomerie, C. (2013). The Status of Web Accessibility of Canadian Universities and Colleges: A Follow-up Study 10 Years Later. *EdMedia: World*

Conference on Educational Media and Technology, 2498-2507. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/primary/p/112322/>

Apéndice A. Legislación en materia de accesibilidad web

La Tabla A.1 muestra legislación en materia de accesibilidad web en distintos países.

Tabla A.1 Legislación sobre accesibilidad

País	Nombre	Fecha	Versión WCAG
Australia	Disability Discrimination Act 1992 (DDA)	1992	WCAG 2.0
Australia	Procurement Standard Guidance	2016	WCAG 2.0
Canadá	Canadian Human Rights Act	1985	Ninguna
Canadá	Policy on Communications and Federal Identity	2016	WCAG 2.0
China	Law on the Protection of Persons with Disabilities 1990, as amended	2008	Ninguna
China	Voluntary Web Accessibility Standard	2008	Derivado WCAG 2.0

Tabla A.1 continúa de la página anterior

País	Nombre	Fecha	Versión WCAG
Dinamarca	Agreement on the use of open standards for software in the public sector	2007	WCAG 2.0
Unión Europea	Web and Mobile Accessibility Directive	2016	WCAG 2.0
Unión Europea	European Accessibility Act (proposed)	borrador	Derivado WCAG 2.0
Finlandia	Act on Electronic Services and Communication in the Public Sector	2003	Ninguna
Francia	Law N° 2005-102 Article 47	2005	Ninguna
Francia	Order of 29 April 2015 on the general accessibility framework for public administrations	2015	Derivado WCAG 2.0
Francia	Law N° 2016-1321 Article 106	2016	Ninguna
Alemania	Act on Equal Opportunities for Disabled Persons of 2002	2002	Ninguna
Alemania	Federal Ordinance on Barrier-Free Information Technology	2011	Derivado WCAG 2.0
Hong Kong	Guidelines on Dissemination of Information through Government Websites	1999	WCAG 2.0
India	Rights of Persons with Disabilities Act, 2016 (RPD)	2016	Ninguna

Tabla A.1 continúa de la página anterior

País	Nombre	Fecha	Versión WCAG
India	Guidelines for Indian Government Websites	2009	WCAG 2.0
Irlanda	The Disability Act, 2005	2005	Ninguna
Irlanda	Equal Status Acts 2000 to 2004	2004	WCAG 2.0
Irlanda	Employment Equality Acts 1998 and 2004	2004	Ninguna
Israel	Equal Rights of Persons with Disabilities Act, as amended	1998	WCAG 2.0
Italia	Law 9 January 2004, n. 4 "Provisions to support the access of disabled people to IT tools"(Stanca Law)	2004	WCAG 2.0
Japón	Basic Act on the Formation of an Advanced Information and Telecommunications Network Society	2000	Ninguna
Países Bajos	Procurement Law 2012	2016	WCAG 2.0
Países Bajos	Policy in the Netherlands	2016	WCAG 2.0
Nueva Zelanda	Human Rights Act 1993, including amendments	1993	Ninguna
Nueva Zelanda	Online Practice Guidelines	2013	WCAG 2.0

Tabla A.1 continúa de la página anterior

País	Nombre	Fecha	Versión WCAG
			Derivado
Noruega	Regulations on universal design of ICT	2013	WCAG 2.0
			Derivado
República de Corea	Act on Welfare of Persons with Disabilities	2008	WCAG 2.0
Suecia	Discrimination Act (2008:567)	2008	Ninguna
Suiza	Federal Law on the Elimination of Inequalities for Persons with Disabilities, as amended	2002	WCAG 2.0
			Derivado
Taiwan	Web Accessibility Guidelines 2.0	2017	WCAG 2.0
Reino Unido	Equality Act 2010	2010	WCAG 2.0
Estados Unidos	Section 508 of the US Rehabilitation Act of 1973, as amended	1998	WCAG 2.0
Estados Unidos	Americans with Disabilities Act of 1990 (ADA), as amended	2009	Ninguna
			Derivado
Estados Unidos	Section 504 of the U.S. Rehabilitation Act of 1973, as amended	1990	WCAG 1.0

Tabla A.1 continúa de la página anterior

País	Nombre	Fecha	Versión WCAG
Estados Unidos	Section 255 of the Telecommunications Act of 1996	1996	Ninguna
Estados Unidos	Air Carrier Access Act of 1986	2013	WCAG 2.0
Estados Unidos	21st Century Communications and Video Accessibility Act of 2010 (CVAA)	2010	Ninguna

Apéndice B. Enlaces consultados de la página web de la FIUC

La tabla B.1 muestra los enlaces que se consultaron para obtener las direcciones web de cada miembro. La consulta tuvo lugar en Noviembre de 2017.

Tabla B.1 Enlaces consultados de la página web de la FIUC

País	Dirección web
Albania	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/albania
Alemania	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/alemania
Angola	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/angola
Argentina	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/argentina
Australia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/australia
Bolivia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/bolivia
Brasil	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/brasil
Bélgica	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/belgica
Camerún	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/camerun
Canadá	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/canada
Chile	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/chile
Colombia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/colombia
Corea del Sur	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/corea_del_sur

Tabla B.1 continúa de la página anterior

País	Dirección web
Costa Rica	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/costa_rica
Costa de Marfil	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/costa_de_marfil
Croacia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/croacia
Ecuador	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/ecuador
Eslovaquia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/eslovaquia
España	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/espana
Estados Unidos de América	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/estados_unidos_de_america
Filipinas	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/filipinas
Francia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/francia
Ghana	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/ghana
Guatemala	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/guatemala
Haití	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/haiti
Honduras	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/honduras
Hungría	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/hungria
India	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/india
Indonesia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/indonesia
Irlanda	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/irlanda
Italia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/italia
Japón	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/japon
Kenia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/kenia
Líbano	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/libano
Macau SAR	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/macau_sar

Tabla B.1 continúa de la página anterior

País	Dirección web
Mozambique	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/mozambique
México	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/mexico
Nigeria	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/nigeria
Palestina	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/palestina
Panamá	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/panama
Papúa Nueva Guinea	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/papua_nueva_guinea
Paraguay	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/paraguay
Países Bajos	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/paises_bajos
Perú	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/peru
Polonia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/polonia
Portugal	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/portugal
Puerto rico	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/puerto_rico
Rd del Congo	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/rd_del_congo
Reino unido	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/reino_unido
República Dominicana	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/republica_dominicana
Ruanda	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/ruanda
Sudáfrica	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/sudafrica
Tailandia	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/tailandia
Taiwán	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/taiwan
Tanzania	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/tanzania
Ucrania	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/ucrania

Tabla B.1 continúa de la página anterior

País	Dirección web
Uganda	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/uganda
Uruguay	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/uruguay
Venezuela	http://fiuc.org/es/docs/membership/list_of_members/venezuela

Apéndice C. Análisis realizado por W3C Markup Validation Service

La tabla C.1 muestra los resultados obtenidos por la herramienta W3C Markup Validation Service.

Tabla C.1 Resultados del análisis realizado con W3C Markup Validation Service

Institución	Errores	Advertencias
Université Catholique du Bon Conseil	8	23
Catholic University of Applied Sciences of North Rhine -Westphalia	23	19
Katholische Hochschule Mainz	177	9
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt	11	19
Universidade Católica de Angola	11	15
Pontificia Universidad Católica de Argentina	20	12
Universidad Católica de Córdoba	42	4
Universidad Católica de La Plata	55	22
Universidad Católica de Salta	31	6

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino	171	59
Universidad del Salvador	942	59
Australian Catholic University	17	49
The University of Notre Dame Australia	18	25
Universidad Católica Boliviana “San Pablo”	115	19
Centro Universitario São Camilo	4	0
Pontificia Universidade Católica de Campinas	27	39
Pontificia Universidade Católica de Goiás	6	1
Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais	18	39
Pontificia Universidade Católica de São Paulo	0	1
Pontificia Universidade Católica do Paraná	75	52
Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro	41	45
Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	64	39
Universidade Católica de Brasília	20	21
Universidade Católica de Pelotas	62	41
Universidade Católica de Pernambuco	17	74

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
Universidade Católica do Salvador	5	1
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	47	50
Facultés Universitaires Saint-Louis	200	11
Helmo Gramme	16	2
KU Leuven (University of Leuven)	14	15
Universitair Centrum Sint-Ignatius Antwerpen, UCSIA	201	15
Université Catholique de Louvain	20	15
Université de Namur	41	8
Université Catholique d’Afrique Centrale	3	24
Collège Dominicain de Philosophie et Théologie	24	34
Faculté de Théologie et de Sciences Religieuses, Université LAVAL	11	11
King’s University College/ Newman Theological College	10	4
St. Jerome’s University	25	45
St. Mary’s University	17	11
72	33	
Pontificia Universidad Católica de Chile	94	30
Pontificia Universidad Católica de Valparaiso	21	56
Universidad Católica de la Santísima Concepción	11	22

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
Universidad Católica del Maule	12	11
Universidad Católica del Norte	12	27
Fundación Universitaria Claretiana	83	11
Fundación Universitaria Juan de Castellanos	19	34
Universidad Católica Luis Amigó	73	17
Fundación Universitaria Monserrate	4	49
Institución Universitaria Salazar y Herrera	2	4
Pontificia Universidad Javeriana	175	74
Universidad Católica de Colombia	2	0
Universidad Católica de Manizales	6	9
Universidad Católica de Oriente	1	0
Universidad Católica de Pereira	31	25
Universidad de la Salle	119	66
Universidad de San Buenaventura	24	70
Universidad Mariana	0	0
Universidad Pontificia Bolivariana	97	24
Universidad Santo Tomás	1	0
Catholic University of Daegu	51	26
Sogang University	1	0
The Catholic University of Korea	39	9
Universidad Católica de Costa Rica	0	11
Universidad de La Salle	7	43

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
Université Catholique d’Afrique de l’Ouest (UCAO)	2	1
Universitas Studiorum Catholica Croatica Zagrabia	88	48
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	22	123
Universidad Católica de Cuenca	102	95
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	116	66
Universidad Técnica Particular de Loja	16	37
Katholicka Univerzita v Ruzomberku	2	11
Ateneu Universitari Sant Pacià	15	6
Real Centro Universitario Escorial-María Cristina	6	69
Universidad Cardenal Herrera CEU	38	3
Universidad Católica San Antonio de Murcia	18	54
Universidad Católica de Ávila Santa Teresa de Jesús	19	22
Universidad de Deusto	18	51
Universidad Francisco de Vitoria	273	26
Universidad Loyola Andalucía	7	1
Universidad Pontificia Comillas	224	200
Universidad Pontificia de Salamanca	27	15

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
Universidad San Jorge	8	25
Universidad San Pablo CEU	18	4
Universitat Abat Oliba CEU	33	39
Universidad Ramón Llull	25	22
Universidad Católica de Valencia	57	60
Assumption College	36	4
Boston College	12	11
Catholic Distance University	18	26
De Paul University	13	29
DeSales University	10	45
Georgetown University	13	12
Holy Family University	32	36
Loyola Marymount University	18	22
Loyola University Chicago	30	8
Saint John's University (NY)	4	16
Saint Mary's College of California	26	40
Seattle University	15	21
The Catholic University of America	15	5
University of Notre Dame	50	11
University of Saint Thomas	34	5
Villanova University	9	2
Walsh University	4	11
Ateneo de Manila University	1	1
De La Salle University Dasmariñas	101	21

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
De La Salle University Manila	49	13
Miriam College	7	64
Saint Louis University	47	13
University of Santo Tomas	18	24
Centro Sèvres	22	28
Institut Catholique de Paris	137	30
Institut Catholique de Toulouse	4	24
Université Catholique de Lille	8	15
Université Catholique de l'Ouest	9	9
Université Catholique de Lyon	16	7
Catholic University of Ghana	67	13
Universidad Rafael Landivar	4	2
Université Notre Dame d'Haïti	1	0
Universidad Católica de Honduras 'Nuestra Señora Reina de la Paz'	112	1
CHRIST (Deemed to be University)	151	50
Dharmaram Vidya Kshetram	10	11
Jesus and Mary College	140	56
Jnana Deepa Vidyapeeth (Pontifical Athenaeum)	5	26
Mar Ivanios College	7	1
Rajagiri College of Social Sciences	6	4
Sacred Heart College	220	19
Salesian College	70	4

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
St. Bede's College	4	0
Stella Maris College	11	2
Atma Jaya Catolik University	103	28
Mary Immaculate College	280	38
Facoltà Teologica Pugliese	151	38
Istituto Universitario Sophia	147	40
Libera Università 'Maria SS. Assunta' (LUMSA)	5	26
Pontificia Università Gregoriana	10	19
Pontificia Università San Tommaso d'Aquino	20	27
Pontificio Ateneo Regina Apostolorum"	27	19
Pontificia Università Antonianum	33	19
Pontificio Ateneo San Anselmo	154	158
Pontificio Istituto Biblico	1	4
Università Cattolica del Sacro Cuore	15	21
Università Pontificia Salesiana	28	10
Nanzan University	32	14
Sophia University	12	6
University of the Sacred Heart	27	14
The Catholic University of Eastern Africa	4	3
Notre Dame University Louaize	155	12
Université Antonine	5	26

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
Université La Sagesse	241	48
Université Saint Esprit de Kaslik	146	23
Université Saint Joseph de Beyrouth	73	16
Université Sainte-Famille	3	3
University of Saint Joseph	39	36
Universidade Católica de Moçambique	22	15
Universidad Anahuac	16	4
Universidad Anáhuac Mayab	32	15
Universidad del Noreste de México A.C.	5	42
Universidad del Valle de Atemajac	18	6
Universidad Iberoamericana	1	0
Universidad Intercontinental	265	80
Universidad La Salle, A.C.	0	25
Universidad Simón Bolívar	61	8
Madonna University	21	4
Bethlehem University	28	34
Don Bosco Technological Institute	18	45
Universidad Católica 'Nuestra Señora de la Asunción'	5	1
Radboud Universiteit Nijmegen	10	0
Universiteit van Tilburg	7	20
Pontificia Universidad Católica del Perú	49	10
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote	1	1

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
Universidad Católica San Pablo	16	68
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	46	15
Universidad Católica Sedes Sapientiae	24	38
Universidad Femenina del Sagrado Corazón	170	52
Akademia Ignatianum w Krakowie	8	19
Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie	19	41
Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II	13	51
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego	10	30
Universidade Católica Portuguesa	41	7
Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico	40	29
Universidad Central de Bayamon	20	52
Université Catholique de Bukavu	67	15
Université Catholique du Graben	78	5
Université Notre Dame du Kasayi	9	4
Leeds Trinity University	9	27
Newman University	36	31
St Mary's University	21	8
St. Mary's University Twickenham London	34	8

Tabla C.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores	Advertencias
Universidad Pontificia Católica 'Madre y Maestra'	334	129
Université Catholique de Kabgayi	4	1
Assumption University	10	56
Providence University	9	5
Saint Augustine University of Tanzania	59	28
Uganda Martyrs University	33	58
Universidad Católica del Uruguay	38	25
Universidad Católica 'Andrés Bello'	3	48

Apéndice D. Análisis realizado por WAVE

La tabla D.1 muestra los resultados obtenidos por la herramienta WAVE. El símbolo ? indica que la herramienta no puede evaluar la web.

Tabla D.1 Resultados del análisis realizado con WAVE

Institución	Errores de contraste
Université Catholique du Bon Conseil	45
Catholic University of Applied Sciences of North Rhine -Westphalia	?
Katholische Hochschule Mainz	0
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt	6
Universidade Católica de Angola	7
Pontificia Universidad Católica de Argentina	20
Universidad Católica de Córdoba	0
Universidad Católica de La Plata	18
Universidad Católica de Salta	69

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino	39
Universidad del Salvador	29
Australian Catholic University	8
The University of Notre Dame Australia	25
Universidad Católica Boliviana “San Pablo”	9
Centro Universitario São Camilo	10
Pontificia Universidade Católica de Campinas	16
Pontificia Universidade Católica de Goiás	39
Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais	49
Pontificia Universidade Católica de São Paulo	2
Pontificia Universidade Católica do Paraná	57
Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro	12
Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	39
Universidade Católica de Brasília	32
Universidade Católica de Pelotas	6
Universidade Católica de Pernambuco	11

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
Universidade Católica do Salvador	31
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	33
Facultés Universitaires Saint-Louis	65
Helmo Gramme	16
KU Leuven (University of Leuven)	21
Universitair Centrum Sint-Ignatius Antwerpen, UCSIA	?
Université Catholique de Louvain	7
Université de Namur	88
Université Catholique d’Afrique Centrale	1
Collège Dominicain de Philosophie et Théologie	16
Faculté de Théologie et de Sciences Religieuses, Université LAVAL	8
King’s University College/ Newman Theological College	9 7
St. Jerome’s University	3
St. Mary’s University	4
Pontificia Universidad Católica de Chile	27
Pontificia Universidad Católica de Valparaiso	11
Universidad Católica de la Santísima Concepción	53

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
Universidad Católica del Maule	9
Universidad Católica del Norte	27
Fundación Universitaria Claretiana	7
Fundación Universitaria Juan de Castellanos	51
Universidad Católica Luis Amigó	44
Fundación Universitaria Monserrate	?
Institución Universitaria Salazar y Herrera	106
Pontificia Universidad Javeriana	13
Universidad Católica de Colombia	0
Universidad Católica de Manizales	80
Universidad Católica de Oriente	?
Universidad Católica de Pereira	25
Universidad de la Salle	8
Universidad de San Buenaventura	228
Universidad Mariana	14
Universidad Pontificia Bolivariana	112
Universidad Santo Tomás	45
Catholic University of Daegu	22
Sogang University	0
The Catholic University of Korea	6
Universidad Católica de Costa Rica	7
Universidad de La Salle	20

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
Université Catholique d’Afrique de l’Ouest (UCAO)	0
Universitas Studiorum Catholica Croatica Zagrabia	18
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	69
Universidad Católica de Cuenca	39
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	30
Universidad Técnica Particular de Loja	8
Katholicka Univerzita v Ruzomberku	25
Ateneu Universitari Sant Pacià	9
Real Centro Universitario Escorial-María Cristina	10
Universidad Cardenal Herrera CEU	12
Universidad Católica San Antonio de Murcia	39
Universidad Católica de Ávila Santa Teresa de Jesús	48
Universidad de Deusto	2
Universidad Francisco de Vitoria	66
Universidad Loyola Andalucía	12
Universidad Pontificia Comillas	39
Universidad Pontificia de Salamanca	32

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
Universidad San Jorge	6
Universidad San Pablo CEU	11
Universitat Abat Oliba CEU	?
Universidad Ramón Llull	33
Universidad Católica de Valencia	65
Assumption College	16
Boston College	21
Catholic Distance University	?
De Paul University	11
DeSales University	95
Georgetown University	1
Holy Family University	15
Loyola Marymount University	8
Loyola University Chicago	8
Saint John's University (NY)	2
Saint Mary's College of California	3
Seattle University	4
The Catholic University of America	8
University of Notre Dame	47
University of Saint Thomas	0
Villanova University	20
Walsh University	9
Ateneo de Manila University	0
De La Salle University Dasmariñas	67

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
De La Salle University Manila	0
Miriam College	?
Saint Louis University	?
University of Santo Tomas	5
Centro Sèvres	31
Institut Catholique de Paris	60
Institut Catholique de Toulouse	22
Université Catholique de Lille	30
Université Catholique de l'Ouest	10
Université Catholique de Lyon	7
Catholic University of Ghana	26
Universidad Rafael Landivar	140
Université Notre Dame d'Haïti	0
Universidad Católica de Honduras 'Nuestra Señora Reina de la Paz'	9
CHRIST (Deemed to be University)	34
Dharmaram Vidya Kshetram	9
Jesus and Mary College	4
Jnana Deepa Vidyapeeth (Pontifical Athenaeum)	8
Mar Ivanios College	0
Rajagiri College of Social Sciences	4
Sacred Heart College	132
Salesian College	24

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
St. Bede's College	6
Stella Maris College	82
Atma Jaya Catolik University	44
Mary Immaculate College	?
Facoltà Teologica Pugliese	47
Istituto Universitario Sophia	?
Libera Università 'Maria SS. Assunta' (LUMSA)	31
Pontificia Università Gregoriana	16
Pontificia Università San Tommaso d'Aquino	9
Pontificio Ateneo Regina Apostolorum"	28
Pontificia Università Antonianum	15
Pontificio Ateneo San Anselmo	51
Pontificio Istituto Biblico	5
Università Cattolica del Sacro Cuore	10
Università Pontificia Salesiana	17
Nanzan University	1
Sophia University	1
University of the Sacred Heart	51
The Catholic University of Eastern Africa	21
Notre Dame University Louaize	32
Université Antonine	34

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
Université La Sagesse	73
Université Saint Esprit de Kaslik	172
Université Saint Joseph de Beyrouth	27
Université Sainte-Famille	0
University of Saint Joseph	39
Universidade Católica de Moçambique	51
Universidad Anahuac	11
Universidad Anáhuac Mayab	22
Universidad del Noreste de México A.C.	17
Universidad del Valle de Atemajac	230
Universidad Iberoamericana	66
Universidad Intercontinental	101
Universidad La Salle, A.C.	22
Universidad Simón Bolívar	74
Madonna University	2
Bethlehem University	15
Don Bosco Technological Institute	7
Universidad Católica 'Nuestra Señora de la Asunción'	0
Radboud Universiteit Nijmegen	0
Universiteit van Tilburg	149
Pontificia Universidad Católica del Perú	47
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote	?

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
Universidad Católica San Pablo	20
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	28
Universidad Católica Sedes Sapientiae	111
Universidad Femenina del Sagrado Corazón	54
Akademia Ignatianum w Krakowie	37
Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie	17
Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II	?
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszynskiego	40
Universidade Católica Portuguesa	14
Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico	67
Universidad Central de Bayamon	29
Université Catholique de Bukavu	86
Université Catholique du Graben	23
Université Notre Dame du Kasayi	4
Leeds Trinity University	52
Newman University	26
St Mary's University	61
St. Mary's University Twickenham London	?

Tabla D.1 continúa de la página anterior

Institución	Errores de contraste
Universidad Pontificia Católica 'Madre y Maestra'	?
Université Catholique de Kabgayi	0
Assumption University	57
Providence University	11
Saint Augustine University of Tanzania	23
Uganda Martyrs University	40
Universidad Católica del Uruguay	49
Universidad Católica 'Andrés Bello'	1

Apéndice E. Análisis realizado por TAW

La tabla E.1 muestra los resultados obtenidos por la herramienta TAW. El símbolo - indica que la herramienta no puede evaluar la web.

Tabla E.1 Errores de accesibilidad web encontrados por TAW categorizados por principio

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Université Catholique du Bon Conseil	10	20	0	3	33
Catholic University of Applied Sciences of North Rhine -Westphalia	15	18	4	6	43
Katholische Hochschule Mainz	10	102	1	11	124
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt	4	16	1	3	24
Universidade Católica de Angola	4	3	1	3	11
Pontificia Universidad Católica de Argentina	19	8	2	2	31
Universidad Católica de Córdoba	9	3	2	6	20

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidad Católica de La Plata	14	8	2	25	49
Universidad Católica de Salta	81	61	7	109	258
Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino	8	24	1	27	60
Universidad del Salvador	128	32	4	232	396
Australian Catholic University	12	12	0	11	35
The University of Notre Dame Australia	4	5	0	17	26
Universidad Boliviana “San Pablo”	1	0	1	0	2
Centro Universitario São Camilo	42	27	18	23	110
Pontificia Universidade Católica de Campinas	33	76	2	7	118
Pontificia Universidade Católica de Goiás	1	1	1	3	6
Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais	56	48	15	16	135
Pontificia Universidade Católica de São Paulo	1	1	1	3	6

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Pontificia Universidade Católica do Paraná	24	8	3	70	105
Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro	112	6	2	3	123
Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	55	7	2	25	89
Universidade Católica de Brasilia	1	0	1	0	2
Universidade Católica de Pelotas	20	8	7	54	89
Universidade Católica de Pernambuco	41	24	3	5	73
Universidade Católica do Salvador	2	21	0	0	23
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	66	23	3	22	114
Facultés Universitaires Saint-Louis	9	12	1	4	26
Helmo Gramme	-	-	-	-	-
KU Leuven (University of Leuven)	13	9	1	7	30

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universitair Centrum Sint-Ignatius Antwerpen, UCSIA	24	8	1	17	50
Université Catholique de Louvain	15	9	4	20	48
Université de Namur	32	19	1	2	54
Université Catholique d'Afrique Centrale	17	8	7	10	42
Collège Dominicain de Philosophie et Théologie	10	13	0	12	35
Faculté de Théologie et de Sciences Religieuses, Université LAVAL	6	3	1	1	11
King's University Colle- ge/	7	20	2	7	36
Newman Theological Co- llege	-	-	-	-	-
St. Jerome's University	8	4	0	8	20
St. Mary's University	13	31	1	23	68
Pontificia Universidad Católica de Chile	12	8	1	34	55
Pontificia Universidad Católica de Valparaiso	4	15	1	9	29

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidad Católica de la Santísima Concepción	28	43	1	3	75
Universidad Católica del Maule	23	71	4	25	123
Universidad Católica del Norte	55	2	19	21	97
Fundación Universitaria Claretiana	38	26	2	23	89
Fundación Universitaria Juan de Castellanos	5	18	1	4	28
Universidad Católica Luis Amigó	9	3	2	22	36
Fundación Universitaria Monserrate	6	23	2	8	39
Institución Universitaria Salazar y Herrera	16	59	0	3	78
Pontificia Universidad Javeriana	57	35	3	103	198
Universidad Católica de Colombia	5	6	1	4	16
Universidad Católica de Manizales	114	145	10	14	283
Universidad Católica de Oriente	-	-	-	-	-

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidad Católica de Pereira	27	26	2	17	72
Universidad de la Salle	14	16	3	57	90
Universidad de San Buenaventura	21	41	7	11	80
Universidad Mariana	-	-	-	-	-
Universidad Pontificia Bolivariana	8	3	1	62	74
Universidad Santo Tomás	62	38	3	19	122
Catholic University of Daegu	0	0	0	21	21
Sogang University	-	-	-	-	-
The Catholic University of Korea	24	9	1	62	96
Universidad Católica de Costa Rica	6	4	2	17	29
Universidad de La Salle	1	15	0	7	23
Université Catholique d'Afrique de l'Ouest (UCAO)	1	1	1	0	3
Universitas Studiorum Catholica Croatica Zagabria	2	8	1	49	60
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	9	27	1	16	53

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidad Católica de Cuenca	266	47	120	128	561
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	32	20	2	6	60
Universidad Técnica Particular de Loja	13	16	0	18	47
Katholicka Univerzita v Ruzomberku	1	4	1	2	8
Ateneu Universitari Sant Pacià	19	24	2	8	53
Real Centro Universitario Escorial-María Cristina	7	8	2	201	218
Universidad Cardenal Herrera CEU	20	9	3	25	57
Universidad Católica San Antonio de Murcia	13	41	0	1	55
Universidad Católica de Ávila Santa Teresa de Jesús	18	41	2	16	77
Universidad de Deusto	13	2	1	18	34
Universidad Francisco de Vitoria	25	21	4	7	57
Universidad Loyola Andalucía	2	3	0	2	7

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidad Pontificia Comillas	29	10	0	198	237
Universidad Pontificia de Salamanca	2	3	0	8	13
Universidad San Jorge	4	10	0	2	16
Universidad San Pablo CEU	2	20	0	5	27
Universitat Abat Oliba CEU	20	42	6	13	81
Universidad Ramón Llull	17	12	2	14	45
Universidad Católica de Valencia	5	1	2	15	23
Assumption College	1	2	0	4	7
Boston College	6	6	1	7	20
Catholic Distance University	-	-	-	-	-
De Paul University	1	0	0	0	1
DeSales University	13	9	3	13	38
Georgetown University	13	0	0	6	19
Holy Family University	2	0	2	2	6
Loyola Marymount University	3	14	1	7	25
Loyola University Chicago	25	20	0	3	48

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Saint John's University (NY)	6	0	3	5	14
Saint Mary's College of California	1	0	0	4	5
Seattle University	5	6	0	6	17
The Catholic University of America	1	4	2	5	12
University of Notre Dame	17	19	0	3	39
University of Saint Tho- mas	6	6	1	3	16
Villanova University	3	2	2	6	13
Walsh University	48	8	2	7	65
Ateneo de Manila Univer- sity	1	1	1	0	3
De La Salle University Dasmariñas	40	14	1	27	82
De La Salle University Manila	12	4	0	22	38
Miriam College	13	21	2	10	46
Saint Louis University	2	1	0	0	3
University of Santo To- mas	52	96	8	15	171
Centro Sèvres	9	58	4	14	85

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Institut Catholique de Paris	89	42	5	63	199
Institut Catholique de Toulouse	3	3	1	1	8
Université Catholique de Lille	37	6	3	3	49
Université Catholique de l'Ouest	4	0	1	4	9
Université Catholique de Lyon	37	18	5	13	73
Catholic University of Ghana	27	14	1	9	51
Universidad Rafael Landivar	6	6	0	1	13
Université Notre Dame d'Haïti	-	-	-	-	-
Universidad Católica de Honduras 'Nuestra Señora Reina de la Paz'	34	11	1	1	47
CHRIST (Deemed to be University)	71	34	7	22	134
Dharmaram Vidya Kshetram	2	1	1	0	4
Jesus and Mary College	19	11	0	59	89

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Jnana Deepa Vidyapeeth (Pontifical Athenaeum)	12	8	2	2	24
Mar Ivanios College	1	0	1	5	7
Rajagiri College of Social Sciences	4	2	1	1	8
Sacred Heart College	70	20	6	25	121
Salesian College	27	19	0	6	52
St. Bede's College	55	21	3	51	130
Stella Maris College	41	10	1	80	132
Atma Jaya Catolik Uni- versity	-	-	-	-	-
Mary Immaculate College	31	3	2	35	71
Facoltà Teologica Puglie- se	102	43	14	22	181
Istituto Universitario Sop- hia	15	16	3	12	46
Libera Università Maria SS. Assunta' (LUMSA)	33	42	2	4	81
Pontificia Università Gregoriana	10	6	2	1	19
Pontificia Università San Tommaso d'Aquino	12	12	3	4	31
Pontificio Ateneo Regina Apostolorum"	9	16	3	29	57

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Pontificia Università Antonianaum	23	1	5	7	36
Pontificio Ateneo San An- selmo	30	5	2	9	46
Pontificio Istituto Biblico	24	1	11	12	48
Università Cattolica del Sacro Cuore	13	6	1	3	23
Università Pontificia Salesiana	23	15	0	1	39
Nanzan University	0	0	0	3	3
Sophia University	24	1	8	22	55
University of the Sacred Heart	81	0	2	15	98
The Catholic University of Eastern Africa	10	5	2	5	22
Notre Dame University Louaize	20	17	2	12	51
Université Antonine	75	27	11	70	183
Université La Sagesse	19	15	2	47	83
Université Saint Esprit de Kaslik	12	27	4	20	63
Université Saint Joseph de Beyrouth	57	13	6	7	83
Université Sainte-Famille	41	8	8	9	66

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
University of Saint Joseph	23	12	4	14	53
Universidade Católica de Moçambique	12	7	1	32	52
Universidad Anahuac	38	3	14	20	75
Universidad Anáhuac Mayab	41	1	14	40	96
Universidad del Noreste de México A.C.	46	32	11	13	102
Universidad del Valle de Atemajac	31	37	10	39	117
Universidad Iberoamericana	165	35	14	19	233
Universidad Intercontinental	35	56	6	29	126
Universidad La Salle, A.C.	15	31	4	4	54
Universidad Simón Bolívar	20	5	6	19	50
Madonna University	0	1	1	1	3
Bethlehem University	14	12	5	7	38
Don Bosco Technological Institute	28	8	4	7	47
U.Católica 'Nuestra Señora de la Asunción'	4	3	3	4	14

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Radboud Universiteit Nijmegen	3	0	0	7	10
Universiteit van Tilburg	23	3	7	22	55
Pontificia Universidad Católica del Perú	11	5	2	3	21
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote	64	40	1	3	108
Universidad Católica San Pablo	53	60	2	9	124
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	28	38	1	24	91
Universidad Católica Sedes Sapientiae	1	0	1	1	3
Universidad Femenina del Sagrado Corazón	-	-	-	-	-
Akademia Ignatianum w Krakowie	28	31	1	3	63
Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie	9	2	2	6	19
Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II	16	1	1	6	24
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego	6	30	2	8	46

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidade Católica Portuguesa	4	0	0	7	11
Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico	22	15	4	7	48
Universidad Central de Bayamon	10	13	2	4	29
Université Catholique de Bukavu	98	63	3	61	225
Université Catholique du Graben	15	8	1	11	35
Université Notre Dame du Kasayi	4	1	2	1	8
Leeds Trinity University	58	8	18	27	111
Newman University	7	11	11	16	45
St Mary's University Twickenham London	15	4	4	4	27
St. Mary's University	29	6	1	4	40
Universidad Pontificia Católica Madre y Maestra	30	11	1	131	173
Université Catholique de Kabgayi	9	0	2	7	18
Assumption University	2	3	1	17	23
Providence University	1	0	0	2	3

Tabla E.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Saint Augustine University of Tanzania	19	4	1	26	50
Uganda Martyrs Univer- sity	248	20	118	147	533
Universidad Católica del Uruguay	48	37	0	131	216

Apéndice F. Código fuente de la aplicación

UserForm1 - 1

Dim posicionglobal As Integer

Dim contador As Integer

Dim webanalizar As String

Private Declare Function URLDownloadToFile Lib "urlmon" _

Alias "URLDownloadToFileA" _

(ByVal pCaller As Long, _

ByVal szURL As String, _

ByVal szFileName As String, _

ByVal dwReserved As Long, _

ByVal lpfnCB As Long) As Long

Private Const ERROR_SUCCESS As Long = 0

Private Const BINDF_GETNEWESTVERSION As Long = &H10

Private Const INTERNET_FLAG_RELOAD As Long = &H80000000

Public Function DownloadFile(sSourceUrl As String, sLocalFile As String) As Boolean

DownloadFile = URLDownloadToFile(0&, sSourceUrl, sLocalFile,

BINDF_GETNEWESTVERSION, 0&) = ERROR

_SUCCESS

End Function

Private Sub Example()

Call DownloadFile(webanalizar, C:\a\Example.csv")

End Sub

,

,

– Función para obtener el contenido de la página/Archivo

,

UserForm1 - 2

Error en GetCode

Function GetAllImages(ie As Object) As Object

Set GetAllImages = ie.document.images

End Function

Private Sub DownloadPicture(ByVal dir_name As String, ByVal _
url As String)

Dim file_title As String

Dim file_name As String

Dim pos As Integer

Dim bytes() As Byte

Dim fnum As Integer

url = Trim\$(url)

If LCase\$(Left\$(url, 7)) <>"http://"Then url = _

http:// & url

file_title = url

pos = InStrRev(file_title, "/")

```
If pos >0 Then file_title = Mid$(file_title, pos + 1)
file_name = dir_name & file_title
Debug.Print Copying "& url & "to "& file_name
bytes() = inetDownload.OpenURL(url, icByteArray)
fnum = FreeFile
Open file_name For Binary Access Write As #fnum
Put #fnum, , bytes()
Close #fnum
End Sub
Function eliminar()
Dim UltLinea As Long
Dim i As Integer
UltLinea = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.A& Rows.Count).End(xlUp).Row
Dim descripcion As String
Dim imagen As String
For i = 1 To UltLinea
descripcion = Worksheets("Hoja2").Cells.Range("b"& i).Value
imagen = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(".a"& i).Value
If descripcion = Then
End If
Next i
End Function
UserForm1 - 3
Function averiguarlistbox()
If ListBox1.ListIndex <>-1 Then
MsgBox ListBox1.Value
```

```
Else
MsgBox "no hay nada seleccionado"
End If
End Sub
End Function
Sub sacar_html()
Dim n As Range
Dim cadena_inicial As String
Dim cadena_final As String
cadena_inicial = "1. <!DOCTYPE html>"
cadena_final = «/html>"
Dim posini As String
Dim pos_final As String
Worksheets("Hoja3").Activate
Set n = Worksheets("Hoja3").Cells.Find(What:=cadena_inicial)
If n Is Nothing Then
MsgBox "No he encontrado nada."
Else
Range(n.Address).Select
posini = ActiveCell.Address
End If
Set n = Cells.Find(What:=cadena_final)
If n Is Nothing Then
MsgBox "No he encontrado nada."
Else
Range(n.Address).Select
```

```
pos_final = ActiveCell.Address

    End If
Set n = Nothing
Worksheets(çodigo_html).Activate
Dim rng As Range
Set rng = Application.Range(posini)
Dim rng2 As Range
Set rng2 = Application.Range(pos_final)
'Debug.Print rng.Row
'Debug.Print rng2.Row
Dim evaluaciones As Integer
evaluaciones = rng2.Row - rng.Row
j = 1
For i = rng.Row To rng2.Row
Worksheets("Hoja3").Range(.a"& i).Copy
Worksheets(çodigo_html).Range(.A"& j).PasteSpecial xlPasteValues
j = j + 1
Next i
Worksheets(çodigo_html).Activate
UserForm1 - 4
End Sub
Sub Preparar_html()
,
' Preparar_html Macro
,
```

Dim cadena As String

Dim puntos As String

puntos = "..."

Dim posicion As Integer

Dim auxiliar2 As String

Dim totallineas As Integer

Dim final As String

final = />"

'puede que la linea no termine con />, en cuyo caso el alt puede estar en la l
inea siguiente.

totallineas = Worksheets(codigo_html).Cells.Range(.A" & Rows.Count).End(xlUp).Row

Debug.Print totallineas

'/—————

Dim error1, error2, error3 As String

error1 = .Error manual de prioridad 1"

error2 = .Error manual de prioridad 2"

error3 = .Error automtico de prioridad 1"

'/—————

Dim auxiliar As String

Dim prueba As String

For a = 1 To totallineas - 1

cadena = Worksheets(codigo_html).Range(.a" & a).Value

If cadena = puntos Then

Cells.Range(.a" & a).Delete

End If

Next a

Dim totallineas2 As Integer

totallineas2 = Worksheets(çodigo_html").Cells.Range(.A"& Rows.Count).End(xlUp).Row

i = 1

For i = 1 To totallineas2

cadena = Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& i).Value

posicion = InStr(cadena, ".") 'elimino hasta el punto

auxiliar2 = Mid(cadena, posicion + 1, Len(cadena))

Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& i).Value = auxiliar2

prueba = InStr(cadena, final)

Next i

Worksheets(çodigo_html").Columns(.A").Replace _

What:=error1, Replacement:=, _

SearchOrder:=xlByColumns, MatchCase:=True

Worksheets(çodigo_html").Columns(.A").Replace _

What:=error2, Replacement:=, _

SearchOrder:=xlByColumns, MatchCase:=True

Worksheets(çodigo_html").Columns(.A").Replace _

What:=error3, Replacement:=, _

SearchOrder:=xlByColumns, MatchCase:=True

' control de si la linea termina o no />

Dim aux, nuevacadena As String

UserForm1 - 5

For i = 1 To totallineas2

j = i + 1

cadena = Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& i).Value

aux = Right(cadena, 1)

```

If (aux <>»") Then
nuevacadena = Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& i).Value
nuevacadena2 = Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& j).Value
Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& i).Value = nuevacadena & & nuevacadena2
Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& j).Rows.Delete
End If
Next i
End Sub
Sub Preparar_html3()
,
' Preparar_html Macro
,
Dim cadena As String
Dim puntos As String
puntos = "...."
Dim posicion As Integer
Dim auxiliar2 As String
Dim totallineas As Integer
Dim final As String
final = />"
'la linea no termine con />, en cuyo caso el alt puede estar en la linea siguiente.
totallineas = Worksheets("Hoja3").Cells.Range(.A"& Rows.Count).End(xlUp).Row
Debug.Print totallineas
'/—————
Dim error1, error2, error3 As String
error1 = .Error manual de prioridad 1"

```

```

error2 = .Error manual de prioridad 2"
error3 = .Error automatico de prioridad 1"
'/-----
Dim auxiliar As String
Dim prueba As String
'/elimino 4 puntos
For a = 1 To totallineas - 1
cadena = Worksheets("Hoja3").Range(.a"& a).Value
UserForm1 - 6
If cadena = puntos Then
Cells.Range(.a"& a).Delete
' elimino las filas que contengan puntos.
End If
Next a
'funciona puntos
Dim totallineas2 As Integer
totallineas2 = Worksheets("Hoja3").Cells.Range(.A"& Rows.Count).End(xlUp).Row
i = 1
For i = 1 To totallineas2
cadena = Worksheets("Hoja3").Range(.a"& i).Value
posicion = InStr(cadena, ".") 'elimino hasta el punto
auxiliar2 = Mid(cadena, posicion + 1, Len(cadena))
Worksheets("Hoja3").Range(.a"& i).Value = auxiliar2
prueba = InStr(cadena, final)
Next i
'quito los errores 1,2 y 3

```

```
Worksheets("Hoja3").Columns(.A).Replace _
What:=error1, Replacement:=, _
SearchOrder:=xlByColumns, MatchCase:=True
Worksheets("Hoja3").Columns(.A).Replace _
What:=error2, Replacement:=, _
SearchOrder:=xlByColumns, MatchCase:=True
Worksheets("Hoja3").Columns(.A).Replace _
What:=error3, Replacement:=, _
SearchOrder:=xlByColumns, MatchCase:=True
' control de si la linea termina o no />
Dim aux, nuevacadena As String
For i = 1 To totallineas2
j = i + 1
cadena = Worksheets("Hoja3").Range(.a&i).Value
aux = Right(cadena, 1)
If (aux <>») Then
nuevacadena = Worksheets("Hoja3").Range(.a&i).Value
nuevacadena2 = Worksheets("Hoja3").Range(.a&j).Value
Worksheets("Hoja3").Range(.a&i).Value = nuevacadena & & nuevacadena2
Worksheets("Hoja3").Range(.a&j).Rows.Delete
End If
Next i

UserForm1 - 7

End Sub

Sub copiado(urllistbox)
```

Dim cadena, post, final As String

Dim pre As String

Dim auxiliar As String

Dim auxiliar2 As String

Dim auxiliar3 As String

Dim cadenados As String

Dim cadenatres, cadenacuatro As String

Worksheets("Hoja1").Activate

cadena = Cells.Range(.A& urllistbox).Value

cadenados = Replace(cadena, "https", "http")

auxiliar = Mid(cadenados, 8, Len(cadena))

auxiliar2 = Mid(auxiliar, 1, Len(auxiliar) - 1)

cadenatres = Replace(auxiliar2, "/", "%2F")

cadenacuatro = Replace(cadenatres, " ", "%3D")

auxiliar2 = cadenacuatro

post = "&crc=1&nivel=aa"

final = pre + auxiliar2 + post

'descargarcodigo (final)

Example (h)

End Sub

Sub descargarcodigo(direccion)

Worksheets("Hoja3").Activate

Range(.A1).Select

With ActiveSheet.QueryTables.Add(Connection:= _

URL; & direccion, Destination:=Range("\$A\$1"))

```
.Name = "detalle.jsp?url=http%3A%2F%2Fwww.ulasalle.ac.cr&crc=1&nivel=aa"  
.FieldNames = True  
.RowNumbers = False  
.FillAdjacentFormulas = False  
.PreserveFormatting = True  
.RefreshOnFileOpen = False  
.BackgroundQuery = True  
.RefreshStyle = xlInsertDeleteCells  
.SavePassword = False  
.SaveData = True  
.AdjustColumnWidth = True  
.RefreshPeriod = 0  
.WebSelectionType = xlEntirePage  
.WebFormatting = xlWebFormattingNone  
.WebPreFormattedTextToColumns = True  
.WebConsecutiveDelimitersAsOne = True  
.WebSingleBlockTextImport = False  
.WebDisableDateRecognition = False  
.WebDisableRedirections = False  
.Refresh BackgroundQuery:=False  
UserForm1 - 8  
End With  
End Sub  
Function cargar_img(posicion As Integer)  
Dim UltLinea As Long  
UltLinea = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(."A"& Rows.Count).End(xlUp).Row
```

```
Dim ret As Long
Dim strURL As String
Dim strFile As String
Dim solucion As String
Dim descripcion As String
Dim imagen As String
Dim web As String
Dim list As Integer
list = ListBox1.ListIndex + 1
Dim directorio As String
Dim ie As Object
Dim currenturl As String
directorio = "../"
eliminarfilasvacias
eliminarvalores
Worksheets("Hoja2").Activate
imagen = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.a"& posicion)
If InStr(imagen, "www") = 0 Then
web = Worksheets("Hoja1").Cells.Range(ç"& list)
If Left(imagen, 1) = "/"Then
imagen = Right(imagen, Len(imagen) - 1)
End If
Do While InStr(directorio, imagen) <>0
imagen = Right(imagen, Len(imagen) - 3)
Loop
strURL = web & imagen
```

```
Else
strURL = imagen
End If
Debug.Print strURL
WebBrowser1.navigate (strURL)
Do While WebBrowser1.Busy
Application.Wait DateAdd("s", 1, Now)
Loop
End Function
Sub cargarlistbox()
Sheets("Hoja1").Select
Range("b1").Select
Do While ActiveCell.Value <>
ListBox1.AddItem ActiveCell
i = ListBox1.ListCount - 1
ListBox1.list(i, 1) = ActiveCell.Offset(0, 1)
ActiveCell.Offset(1, 0).Select
Loop
End Sub
Sub eliminarvalores()
Dim UltLinea As Integer
UserForm1 - 9
Dim i As Integer
Dim imagen As String
Dim descripcion As String
UltLinea = Worksheets("Hoja2").Cells.Range
```

```

(.A"& Rows.Count).End(xlUp).Row
For i = 1 To UltLinea
imagen = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.a"& i)
'descripcion = Worksheets("Hoja2").Cells.Range("b"& i)
If imagen = Then
Worksheets("hoja2").Activate
ActiveSheet.Range(.a"& i, "b"& i).Select
Selection.Delete Shift:=xlUp
Range(.a"& i).EntireRow.Delete
Range("b"& i).EntireRow.Delete
End If
Next i
Application.ScreenUpdating = True
End Sub

Function Download(url As String, fn As String) As Integer
Download = URLDownloadToFile(0, url, fn, 0, 0)
If Download <>0 Then MsgBox .Error: "& Download & ."
End Function

Private Sub UserForm1_Activate()
cargarlistbox
End Sub

Sub eliminar_columna()
Worksheets("Hoja3").Cells.Range(.a:b").Clear
Worksheets("Hoja3").Cells.Range(.A:A").EntireRow.Delete
End Sub

Sub eliminarfilasvacias()

```

```

Dim i As Long
Dim hs As Worksheet
Dim fila As String
Dim t1 As Double
Set hs = Worksheets("Hoja2")
Application.ScreenUpdating = False
t1 = Timer()
For i = hs.Cells.SpecialCells(xlCellTypeLastCell).Row To 1 Step -1
fila = i & ":" & i
If WorksheetFunction.CountA(Range(fila)) = 0 Then
Range(.A & i).EntireRow.Delete
End If
Next
Application.ScreenUpdating = True
End Sub
Sub agrego()
UserForm1 - 10
Dim wbDestino As Workbook, _
wsOrigen As Excel.Worksheet, _
wsDestino As Excel.Worksheet, _
rngOrigen As Excel.Range, _
rngDestino As Excel.Range
'Indicar el libro de Excel destino
Set wbDestino = Workbooks.Open(ActiveWorkbook.Path & "& .Example.csv")
Set wbOrigen = Workbooks.Open(ActiveWorkbook.Path & "& fiuc.xls")
'Indicar las hojas de origen y destino

```

```
Set wsOrigen = Worksheets("Hoja2")
'Activar este libro
Workbook.Activate (.Example.csv")
Worksheets.Add.Name = .Alternativas"
Set wsDestino = wbDestino.Worksheets(.Alternativas")
'Indicar la celda de origen y destino
Const celdaOrigen = .A1"
Const celdaDestino = .A1"
'Inicializar los rangos de origen y destino
Set rngOrigen = wsOrigen.Range(celdaOrigen)
Set rngDestino = wsDestino.Range(celdaDestino)
'Seleccionar rango de celdas origen
rngOrigen.Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
Selection.Copy
'Pegar datos en celda destino
rngDestino.PasteSpecial xlPasteValues
Application.CutCopyMode = False
'Guardar y cerrar el libro de Excel destino
wbDestino.Save
wbDestino.Close
End Sub
Private Sub cmdSaveImages_Click()
contador = 0
'Application.Cursor = xlWait
```

```
Application.Cursor = xlDefault
Dim docu As HTMLDocument
Dim doc As HTMLDocument
Dim ie As Object
Dim element, elements As HTMLImg
Dim dir_name As String
Dim imagenes As Object
Dim dominio As String
Dim lenguaje As String
Dim direccion As String
Dim i As Integer
Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.a:b).Clear
Set ie = CreateObject("InternetExplorer.Application")
ie.Visible = False
Dim indice As Integer
indice = ListBox1.ListIndex + 1
UserForm1 - 11
Dim urllistbox As String
urllistbox = Worksheets("Hoja1").Cells.Range(.a& indice).Value
webanalizar = urllistbox
Example
ie.navigate urllistbox
Do While ie.Busy
Application.Wait DateAdd("s", 1, Now)
Loop
Set doc = ie.document
```

```

dir_name = c:}a"
If Right$(dir_name, 1) <> "Then dir_name = _
dir_name & ""
m_Running = True
Set images = GetAllImages(ie)
i = 1
For Each Image In images
If Image.getAttribute("alt") = Then
Worksheets("Hoja2").Cells.Range("a"& i) = Image.getAttribute("src")
End If
i = i + 1
Next Image
ie.Quit
eliminarfilasvacias
eliminarvalores
UserForm1 - 12
Columns("A:A").Select
ActiveSheet.Range("$A$1:$A$40").RemoveDuplicates Columns:=1, Header:=xlNo
CommandButton5.Visible = True
Application.Cursor = xlDefault
Range("b1").Activate
Range("b1").Select
End Sub
Sub copia_y_pegar()
Open C:}aa}prueba.txt" For Input As #1
contenido = Input(LOF(1), #1)

```

```
linea = Split(contenido)
c = 29696
For i = 0 To UBound(linea)
cuantos = Application.RoundUp(Len(linea(i)) / c, 0)
ini = 1
Range("D"& 5 + i).Value = Mid(linea(i), ini, c)
If cuantos >1 Then
For j = 1 To cuantos
ini = ini + c
Cells(5 + i, 4 + j) = Mid(linea(i), ini, c)
Next
End If
Next
Close #1
End Sub

Private Sub CommandButton1_Click()
eliminarvalores
Unload Me
End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()
Dim tbtexto As String 'variable para guardar las lineas'
Dim VarTexto As String 'variable que lee linea por linea.'
Dim imagen As String
Dim descripcion As String
Dim i As Integer
Dim fin As String
```

```
fin = »"  
Dim alt As String  
alt = .alt="& Chr(34) & Chr(34)  
Dim descripcionsinalt As String  
Dim nuevadescripcionsinalt As String  
i = 1  
j = 1  
UserForm1 - 13  
Dim ultlinea2 As Integer  
ultlinea2 = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.a" & Rows.Count).End(xlUp).Row  
Dim Array_a() As String  
Dim Array_b() As String  
ReDim Array_a(ultlinea2)  
ReDim Array_b(ultlinea2)  
For i = 1 To ultlinea2  
imagen = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.a" & i)  
Array_a(i) = imagen  
Next i  
For j = 1 To ultlinea2  
descripcion = Worksheets("Hoja2").Cells.Range("b" & j)  
'nuevadescripcion = .alt="& Chr(34) & descripcion & Chr(34)  
descripcionsinalt = Array_a(j) & Chr(34) & Chr(32) & .alt="& Chr(34) & descripcion  
& Chr(34)  
Array_b(j) = descripcionsinalt  
Next j  
Dim auxiliar As String
```

```
Dim intext As String
Dim outtext, outtext2 As String
Dim alt2 As String
'copia_y_pegar
Open C:\aa\prueba.txt For Input As #1 'abrimos el fichero para leer'
Open C:\aa\prueba2.txt For Output As #2
Do While Not EOF(1)
Line Input #1, VarTexto
i = 1
For i = 1 To ultlinea2
If InStr(VarTexto, Array_a(i)) <> 0 Then
webmaster pone 2 images iguales.
outtext2 = Replace(VarTexto, Array_a(i) & Chr(34), Array_b(i))
End If
Debug.Print Array_a(i)
Debug.Print Array_b(i)
Next i
Print #2, outtext2
Loop
Close
UserForm1 - 14
imagen
End Sub
Private Sub CommandButton3_Click()
Dim url As String, fn As String
Dim x As Integer
```

```
x = Download("https://www.ucv.es", C:\aa\prueba.htm")
End Sub

Private Sub CommandButton4_Click()
Dim webbr As InternetExplorer
Set webbr = CreateObject("InternetExplorer.Application")

webbr.Visible = True
webbr.navigate (/www.ulasalle.ac.cr/wp-content/uploads/2017/07/ULASALLE.png")
End Sub

Sub almacenar(sumar As Integer)
Dim x As Integer
Dim descripcion As String
Dim a, b, c As String
Dim ultlinea2 As Integer
ultlinea2 = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.a & Rows.Count).End(xlUp).Row
If ultlinea2 = 1 Then
Label2.Caption = ".Esta herramienta no puede mejorar la accesibilidad de esta web"
Exit Sub
End If
If sumar <= ultlinea2 Then
cargar_img (sumar)
a = InputBox("introduce la descripcion de la imagen")
Worksheets("Hoja2").Cells.Range("b"& sumar).Value = a
CommandButton5.Caption = "Siguiete imagen"
CommandButton5.SetFocus
Else
```

```
WebBrowser1.Visible = False
CommandButton6.Visible = True
CommandButton6.Caption = "Descargar codigo fuente"
End If
UserForm1 - 15
posicionglobal = posicionglobal + 1
End Sub
Private Sub CommandButton5_Click()
contador = contador + 1
almacenar (contador)
End Sub
Sub averiguar_img2()
Dim cadena, posicion, posicion2, posicion3 As String
Dim insercionconfinal As String
Dim insercionconalt As String
Dim i As Integer
alternativa = .alt="& Chr(34) & Chr(34)
final = />"
' bucle para incluir alt
For i = 1 To ultlinea2
busqueda = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.a" & i).Value
descripcion = Worksheets("Hoja2").Cells.Range("b" & i).Value
insercionconalt = .alt="& Chr(34) & descripcion & Chr(34)
insercionconfinal = .alt="& Chr(34) & descripcion & Chr(34) & final
Set n = Worksheets("Hoja3").Cells.Find(What:=busqueda)
For j = 1 To ultlineadecodigo
```

```
' En este caso, buscare unicamente busco alt="
cadena = Worksheets("Hoja3").Cells.Range(.a"& j).Value
posicion = InStr(cadena, busqueda)
If posicion <>0 Then
'si es distinto entonces estoy en la linea
posicion2 = InStr(cadena, alternativa)
If posicion2 <>0 Then
' si es distinto significa que tiene alt vacio y debo sustituirlo por insercionconalt
cadena = Replace(cadena, alternativa, insercionconalt)
Worksheets("Hoja3").Range(.a"& j).Value = cadena
End If
' en caso de no encontrar alt, significa que falta, por lo tanto debo añadirlo.
If posicion2 = 0 Then
'lo inserto antes de />que es final
posicion3 = InStr(cadena, final)
cadena = Replace(cadena, final, insercionconfinal)
Worksheets("Hoja3").Range(.a"& j).Value = cadena
End If
End If
Next j
Next i
End Sub
Sub copiar()
Workbooks.Open (ActiveWorkbook.Path & "& .Example.csv")
'Workbooks.Open .Example.csv"
Columns(.A:A).Select
```

```
Selection.Copy
Windows("fiuc.xlsm").Activate
Worksheets("Hoja3").Select
Range(".A1").Select
ActiveSheet.Paste
'rangos
End Sub

Private Sub CommonDialog1_Enter()
End Sub

Private Sub CommandButton6_Click()
Dim indice As Integer
UserForm1 - 16
indice = ListBox1.ListIndex + 1
Dim urllistbox As String
eliminar_columna
'urllistbox = Worksheets("Hoja1").Cells.Range(".a"& indice).Value
copiar
rangos
descarga
Workbooks(".Example.csv").Close
End Sub

Sub descargar()
Dim indice As Integer
indice = ListBox1.ListIndex + 1
Dim urllistbox As String
eliminar_columna
```

```
'urllistbox = Worksheets("Hoja1").Cells.Range(.a"& indice).Value  
copiar
```

```
End Sub
```

```
Sub Averiguar_img()
```

```
Dim imagen, alternativa, final As String
```

```
Dim vacio As String
```

```
Dim ultlinea2 As Integer
```

```
ultlinea2 = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.a"& Rows.Count).End(xlUp).Row
```

```
Worksheets("Hoja3").Cells.Find(What:=cadena_inicial)
```

```
imagen = «img"
```

```
alternativa = .alt="& Chr(34)
```

```
vacio = .alt="& Chr(34) & Chr(34)
```

```
final = />"
```

```
Dim cadena As String
```

```
Dim recurso As String
```

```
recurso = "src="
```

```
Dim posicion2 As Integer
```

```
Dim posicioncomilla As Integer
```

```
Dim comilla As String
```

```
comilla =
```

```
Dim insercion As String
```

```
insercion = .alt="& Chr(34) & .esta es la descripcion"& Chr(34)
```

```
cadena =
```

```
Dim rgFound As Range
```

```
Dim posicion As Integer
```

```
Dim salir As Boolean
salir = False

Dim rango As String
Dim cadenaaux As String
Dim inserciones As Integer

UserForm1 - 17

inserciones = 0

Dim imagenes, imagenesalt As Integer
imagenes = 0
imagenesalt = 0

Dim posicion3 As Integer
i = 1

For i = 1 To 600
cadena = Worksheets(codigo_html).Range("." & i).Value
posicion = InStr(cadena, imagen)
'contenido de la linea en el string para asi buscar el alt.
' si es distinto de 0 es que IMG se encuentra en la linea.

If posicion <> 0 Then
imagenes = imagenes + 1
' En este caso, buscare unicamente busco alt="
posicion2 = InStr(cadena, alternativa)
' si no existe devolvera un 0
imagenesalt = imagenesalt + 1

If posicion2 = 0 Then
'lo inserto antes de />que es final
posicion3 = InStr(cadena, final)
```

```
cadena = Insert(cadena, insercion, posicion3 - 2)
Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& i).Value = cadena
inserciones = inserciones + 1
End If
End If
Next i
Debug.Print çambios inserciones"
Debug.Print inserciones
'works
' ahora buscare vacio para evitar el alt vacio
Dim vacios As Integer
vacios = 0
Dim sustitovacio As String
sustitovacio = .alt="& Chr(34) & "hola"& Chr(34) &
i = 1
For i = 1 To 600
cadena = Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& i).Value
posicion = InStr(cadena, vacio)
If posicion <>0 Then
'es sustitucion no insercion
cadena = Replace(cadena, vacio, sustitovacio)
Worksheets(çodigo_html").Range(.a"& i).Value = cadena
vacios = vacios + 1
End If
Next i
Debug.Print çambios de alt vacios"
```

```
Debug.Print vacios
End Sub
Sub quitar_espacio2()
Dim ultimalinea
ultimalinea = Worksheets("Hoja3").Cells.Range(".a"& Rows.Count).End(xlUp).Row
Dim j As Integer
Dim cadena As String
For j = 1 To ultimalinea
cadena = Worksheets("Hoja3").Cells.Range(".a"& j).Value
auxiliar = Right(cadena, Len(cadena) - 1)
Worksheets("Hoja3").Cells.Range(".a"& j).Value = auxiliar
UserForm1 - 18
Next j
End Sub
Sub quitar_espacio()
Dim ultimalinea
ultimalinea = Worksheets(çodigo_html").Cells.Range(".a"& Rows.Count).End(xlUp).Row
Dim j As Integer
Dim cadena As String
For j = 1 To ultimalinea
cadena = Worksheets(çodigo_html").Cells.Range(".a"& j).Value
auxiliar = Right(cadena, Len(cadena) - 1)
Worksheets(çodigo_html").Cells.Range(".a"& j).Value = auxiliar
Next j
End Sub
Sub rangos()
```

```
Dim ultimalinea, ultimalineah2 As Integer
ultimalinea = Worksheets("Hoja3").Cells.Range(.a & Rows.Count).End(xlUp).Row
ultimalineah2 = Worksheets("Hoja2").Cells.Range(.a & Rows.Count).End(xlUp).Row
Dim aux As String
aux = .alt=" & Chr(34) & Chr(34)
aux2 = .alt=" & Chr(34) & Chr(34)
Dim visitado As Boolean
visitado = False
Dim pos_final As Range
Dim rng2 As Range
Dim desc, descripcion, descripciontotal, cadena_final As String
Dim linea As String
Dim Aarray() As Boolean
Dim descripciones() As String
ReDim Aarray(ultimalineah2)
ReDim descripciones(ultimalineah2)
For i = 1 To ultimalineah2
Aarray(i) = False
Next i
For i = 1 To ultimalineah2
descripciones(i) = Worksheets("Hoja2").Cells.Range("b"& i).Value
Next i
Dim n As Range
i = 1
For i = 1 To ultimalineah2
Worksheets("Hoja2").Activate
```

```
cadena_final = Worksheets("Hoja2").Cells.Range("." & i).Value
desc = Worksheets("Hoja2").Cells.Range("b" & i).Value
descripcion = .alt=" & Chr(34) & descripciones(i) & Chr(34)
descripciontotal = cadena_final & Chr(34) & Chr(32) & .alt=" & Chr(34) & descripciones(i)
Set n = Cells.Find(What:=cadena_final)
On Error Resume Next
If Not n Is Nothing Then
Dim nada As String
nada =
Range(n.Address).Select
'pos_final = ActiveCell.Address
UserForm1 - 19
Set rng2 = Application.Range(ActiveCell.Address)
'encuentro cadena
Worksheets("Hoja3").Activate
linea = Worksheets("Hoja3").Cells.Range(ActiveCell.Address).Value
Debug.Print linea
If (InStr(linea, aux) <>0) And (Aarray(i) = False) Then
Aarray(i) = True
Debug.Print ".es distinto"
Debug.Print aux
Debug.Print aux2
Debug.Print descripcion
Worksheets("Hoja3").Columns("." & i).Replace _
What:=aux, Replacement:=descripcion, _
```

```
SearchOrder:=xlByColumns, MatchCase:=True
End If
If (InStr(linea, aux) = 0) And (Aarray(i) = False) Then
Aarray(i) = True
Debug.Print ".es igual"
Debug.Print aux
Debug.Print cadena_final
Debug.Print descripciontotal
Worksheets("Hoja3").Columns(".A").Replace _
What:=aux, Replacement:=nada, _
SearchOrder:=xlByColumns, MatchCase:=True
Worksheets("Hoja3").Columns(".A").Replace _
What:=cadena_final, Replacement:=descripciontotal, _
SearchOrder:=xlByColumns, MatchCase:=True
End If
End If
Next i
End Sub
Private Sub CommandButton7_Click()
'averiguar_img2
rangos
End Sub
Sub descarga()
Sheets("Hoja3").Activate
If Sheets("Hoja3").Activate Then
Range(".A1").Select
```

```
Rem si no hay ningún dato en A1 que no archive de nuevo
If ActiveCell = Empty Then GoTo salte
Rem abre un archivo en la unidad c con el nombre de datos. Txt
Rem en forma de añadir Temporal (Output) en el área de almacenamiento #1
Open c:\}a}codigo.html" For Output As #1
Rem activa una etiqueta para poder regresar
regresa:
Rem captura el código en una variable
codigo = ActiveCell
Rem escribe los datos de Codigo en el archivo txt
Print #1, codigo
Rem baja un renglón para el siguiente nombre
ActiveCell.Offset(1, 0).Select
Rem si la celda esta vacía que no regrese ya
If ActiveCell = Empty Then GoTo salte
Rem regresa a escribir el siguiente nombre en el archivo
GoTo regresa:
salte:
Rem se acabo
Rem cierra el archivo
Close #1
End If
End Sub
UserForm1 - 20
Sub descarga2()
Worksheets("Hoja3").Activate
```

```
If Worksheets("Hoja3").Activate Then
Range(.A1).Select
Rem si no hay ningún dato en A1 que no archive de nuevo
If ActiveCell = Empty Then GoTo salte
Rem abre un archivo en la unidad c con el nombre de datos. Txt
Rem en forma de añadir Temporal (Output) en el área de almacenamiento #1
Open c:\a\codigo.html" For Output As 1
Rem activa una etiqueta para poder regresar
regresa:
Rem captura el código en una variable
codigo = ActiveCell
Rem escribe los datos de Código en el archivo txt
Print #1, codigo
Rem baja un renglón para el siguiente nombre
ActiveCell.Offset(1, 0).Select
Rem si la celda esta vacía que no regrese ya
If ActiveCell = Empty Then GoTo salte
Rem regresa a escribir el siguiente nombre en el archivo
GoTo regresa:
salte:
Rem se acabo
Rem cierra el archivo
Close #1
End If
End Sub
Private Sub CommandButton8_Click()
```

```
Dim indice As Integer
indice = ListBox1.ListIndex + 1
Dim urllistbox As String
eliminar_columna
copiar
descargar
End Sub

Private Sub ListBox1_Click()
cmdSaveImages.Visible = True
CommandButton5.Visible = False
End Sub

Private Sub TextBox1_Change()
End Sub

Private Sub UserForm_Initialize()
CommandButton5.Visible = False
CommandButton6.Visible = False
cmdSaveImages.Visible = False
Sheets("hoja1").Select
Range("b1").Select
Do While ActiveCell.Value <>
ListBox1.AddItem ActiveCell
i = ListBox1.ListCount - 1
ListBox1.list(i, 1) = ActiveCell.Offset(0, 1)
ActiveCell.Offset(1, 0).Select
Loop
UserForm1 - 21
```

posicionglobal = 1

contador = 0

Label3.Caption = "The alt attribute should typically:"& vbNewLine & " · Be accurate and equivalent

in presenting the same content and function of the image."& vbNewLine & " · Be succinct. This

means the correct content (if there is content) and function (if there is a function) of the image

should be presented as succinctly as is appropriate. Typically no more than a few words are necessary,

though rarely a short sentence or two may be appropriate."& vbNewLine & " · NOT be redundant

or provide the same information as text within the context of the image."& vbNewLine & " · NOT use

the phrases image of ... or graphic of ... to describe the image. It is usually apparent to the user

that it is an image. And if the image is conveying content, it is typically not necessary that the

user know that it is an image that is conveying the content, as opposed to text. If the fact that

an image is a photograph or illustration, etc. is important content, it may be useful to include the

is in alternative text."

'Label4.Caption = "Decorative images do not present important content, are used for layout or non-

informative purposes, and do not appear within a link. In almost all cases, spacer and

decorative im

ages should have null alt text"& "(alt="& Chr(34) & Chr(34) & ")."

End Sub

Terminar el programa

Analizar la web seleccionada

Visualizar las imagenes y aportar una descripcion

Selecciona una web

Descargar codigo fuente

Label2

CommandButton7

CommandB

Módulo1 - 1

Public Const vbDoubleQuote Sub prueba()

End Sub

Módulo2 - 1

Sub Botón1_Haga_clic_en()

UserForm1.Show

End Sub

Módulo3 - 1

Sub copiarlibro()

End Sub

Sub copiarlibro2()

Columns(."A:B").Select

Selection.Copy

Workbooks.Open Filename:=Ç:}a}Example.csv"

Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)

```
ActiveSheet.Paste
End Sub
Módulo4 - 1
Sub prueba2()
Columns("A:A").Select
Selection.Copy
Windows("fiuc.xlsm").Activate
Range(".A1").Select
ActiveSheet.Paste
End Sub
Sub Hoja2_Botón1_Haga_clic_en()
Columns("A:A").Select
Selection.Copy
End Sub
Sub Hoja2_Botón1_2_Haga_clic_en()
Windows(".Example.csv").Activate
Columns("A:A").Select
Selection.Copy
Windows("fiuc.xlsm").Activate
ActiveWindow.WindowState = xlMaximized
Sheets("Hoja3").Select
Range(".A1").Select
ActiveSheet.Paste
End Sub
Módulo5 - 1
Sub Hoja2_Botón1_3_Haga_clic_en()
```

End Sub

Sub Botón2_Haga_clic_en()

Columns(."A:A").Select

ActiveSheet.Range("\$A\$1:\$A\$20").RemoveDuplicates Columns:=1, Header:=xlNo

End Sub

Apéndice G. Estudio de accesibilidad Enero 2019

La tabla G.1 muestra los resultados obtenidos por la herramienta TAW. El símbolo - indica que la herramienta no puede evaluar la web.

Tabla G.1 Errores de accesibilidad web encontrados por TAW categorizados por principio

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Université Catholique du Bon Conseil	12	17	0	4	33
Catholic University of Applied Sciences of North Rhine -Westphalia	16	20	4	6	46
Katholische Hochschule Mainz	10	104	1	14	129
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt	4	14	1	4	23
Universidade Católica de An- gola	3	3	1	3	10
Pontificia Universidad Católica de Argentina	47	15	5	7	74

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidad Católica de Córdoba	31	16	6	12	65
Universidad Católica de La Plata	31	19	2	27	79
Universidad Católica de Salta	67	63	9	107	246
Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino	4	22	1	28	55
Universidad del Salvador	49	13	4	225	291
Australian Catholic University	36	23	5	37	101
The University of Notre Dame Australia	44	3	0	16	63
Universidad Católica Boliviana “San Pablo”	60	38	1	4	103
Centro Universitario São Camilo	41	27	19	25	112
Pontificia Universidade Católica de Campinas	46	172	2	31	251
Pontificia Universidade Católica de Goiás	2	0	1	12	15
Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais	45	39	15	19	118
Pontificia Universidade Católica de São Paulo	2	0	1	5	8

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Pontificia Universidade Católica do Paraná	26	8	3	57	94
Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro	113	10	2	3	128
Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	28	9	2	8	47
Universidade Católica de Brasília	5	0	2	138	145
Universidade Católica de Pelotas	24	21	4	56	105
Universidade Católica de Pernambuco	30	28	3	8	69
Universidade Católica do Salvador	3	20	0	1	24
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	69	25	4	27	125
Facultés Universitaires Saint-Louis	5	12	1	1	19
Helmo Gramme	4	15	2	8	29
KU Leuven (University of Leuven)	5	9	1	8	23
Universitair Centrum Sint-Ignatius Antwerpen, UCSIA	18	6	1	14	39

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Université Catholique de Louvain	9	20	2	17	48
Université de Namur	31	20	1	2	54
Université Catholique d'Afrique Centrale	20	7	8	12	47
Collège Dominicain de Philosophie et Théologie	10	13	0	12	35
Faculté de Théologie et de Sciences Religieuses, Université LAVAL	6	4	1	1	12
King's University College/	7	18	2	7	34
Newman Theological College	34	10	2	23	69
St. Jerome's University	4	1	0	11	16
St. Mary's University	17	35	1	22	75
Pontificia Universidad Católica de Chile	10	7	1	18	36
Universidad Católica de la Santísima Concepción	33	49	1	4	87
Universidad Católica del Maule	20	82	1	14	117
Universidad Católica del Norte	53	2	19	23	97
Fundación Universitaria Claretiana	32	21	2	28	83

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Fundación Universitaria Juan de Castellanos	8	24	4	16	52
Universidad Católica Luis Amigó	8	3	2	20	33
Fundación Universitaria Mon- serrate	6	20	2	17	45
Institución Universitaria Salazar y Herrera	34	109	0	12	155
Pontificia Universidad Javeria- na	92	78	3	7	180
Universidad Católica de Mani- zales	70	68	10	16	164
Universidad Católica de Perei- ra	23	26	2	10	61
Universidad de la Salle	14	22	3	62	101
Universidad de San Buenaven- tura	17	52	7	28	104
Universidad Mariana	28	30	4	14	76
Universidad Pontificia Boliva- riana	8	1	1	69	79
Universidad Santo Tomás	47	37	3	54	141
Catholic University of Daegu	1	1	1	0	3
The Catholic University of Ko- rea	9	11	3	12	35

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidad Católica de Costa Rica	18	4	0	9	31
Universidad de La Salle	1	19	0	12	32
Université Catholique d'Afrique de l'Ouest (UCAO)	32	11	1	19	63
Universitas Studiorum Catholica Croatica Zagrabia	27	17	1	114	159
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	11	28	1	6	46
Universidad Católica de Cuenca	15	58	2	28	103
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	34	14	8	12	68
Universidad Técnica Particular de Loja	40	4	1	12	57
Katholicka Univerzita v Ružomberku	1	4	1	2	8
Ateneu Universitari Sant Pacià	15	23	0	7	45
Real Centro Universitario Escorial-María Cristina	13	7	4	203	227
Universidad Cardenal Herrera CEU	7	7	2	20	36

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidad Católica San Antonio de Murcia	71	21	6	19	117
Universidad Católica de Ávila Santa Teresa de Jesús	16	41	2	16	75
Universidad de Deusto	41	7	4	11	63
Universidad Francisco de Vitoria	16	21	6	28	71
Universidad Loyola Andalucía	3	3	0	3	9
Universidad Pontificia Comillas	27	9	1	196	233
Universidad Pontificia de Salamanca	17	36	0	80	133
Universidad San Jorge	5	11	1	3	20
Universidad San Pablo CEU	0	20	0	11	31
Universitat Abat Oliba CEU	12	42	6	14	74
Universidad Ramón Llull	17	13	2	15	47
Universidad Católica de Valencia	3	1	2	7	13
Assumption College	4	4	0	3	11
Boston College	9	5	1	5	20
Catholic Distance University	15	8	6	24	53
De Paul University	2	0	0	8	10
DeSales University	73	2	1	19	95
Georgetown University	9	0	0	6	15

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Holy Family University	7	0	2	4	13
Loyola Marymount University	2	4	1	4	11
Loyola University Chicago	29	16	0	5	50
Saint John's University (NY)	9	0	3	17	29
Saint Mary's College of California	2	0	0	6	8
Seattle University	12	6	0	9	27
The Catholic University of America	3	4	2	4	13
University of Notre Dame	0	0	0	5	5
University of Saint Thomas	5	6	1	18	30
Villanova University	26	18	2	10	56
Walsh University	40	7	2	3	52
Ateneo de Manila University	1	1	1	0	3
De La Salle University Dasmariñas	12	27	0	1	40
De La Salle University Manila	8	8	2	26	44
Miriam College	11	20	2	17	50
Saint Louis University	5	1	2	5	13
University of Santo Tomas	25	31	8	15	79
Centro Sèvres	4	60	4	12	80
Institut Catholique de Paris	78	41	5	63	187
Institut Catholique de Toulouse	3	2	1	2	8

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Université Catholique de Lille	3	18	0	34	55
Université Catholique de l'Ouest	3	0	1	4	8
Université Catholique de Lyon	29	5	6	15	55
Catholic University of Ghana	13	16	1	9	39
Universidad Rafael Landivar	7	6	0	3	16
Université Notre Dame d'Haïti	4	8	1	2	15
Universidad Católica de Honduras 'Nuestra Señora Reina de la Paz'	19	7	1	1	28
CHRIST (Deemed to be University)	78	28	7	26	139
Dharmaram Vidya Kshetram	43	2	3	33	81
Jesus and Mary College	15	11	1	134	161
Jnana Deepa Vidyapeeth (Pontifical Athenaeum)	8	6	2	31	47
Mar Ivanios College	1	0	1	5	7
Rajagiri College of Social Sciences	3	2	1	1	7
Sacred Heart College	36	20	6	20	82
St. Bede's College	43	18	1	47	109
Stella Maris College	3	3	1	3	10
Mary Immaculate College	10	6	2	2	20
Facoltà Teologica Pugliese	94	42	13	25	174

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Istituto Universitario Sophia	2	0	2	0	4
Libera Università 'Maria SS. Assunta' (LUMSA)	32	41	0	2	75
Pontificia Università Gregoriana	10	6	1	1	18
Pontificio Ateneo Regina Apostolorum"	9	17	3	6	35
Pontificia Università Antonianum	38	4	9	18	69
Pontificio Ateneo San Anselmo	21	4	2	8	35
Pontificio Istituto Biblico	24	1	11	14	50
Università Cattolica del Sacro Cuore	12	7	1	3	23
Università Pontificia Salesiana	20	15	0	1	36
Nanzan University	23	7	1	7	38
Sophia University	24	2	8	22	56
University of the Sacred Heart	33	0	2	14	49
Notre Dame University Louaize	18	17	2	12	49
Université Antonine	62	32	7	54	155
Université La Sagesse	27	17	2	47	93
Université Saint Esprit de Kaslik	21	25	4	9	59

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Université Saint Joseph de Beyrouth	53	23	6	8	90
Université Sainte-Famille	34	7	8	9	58
University of Saint Joseph	26	12	4	19	61
Universidade Católica de Moçambique	12	7	1	83	103
Universidad Anahuac	56	15	18	40	129
Universidad Anáhuac Mayab	41	0	17	56	114
Universidad del Noreste de México A.C.	46	32	11	16	105
Universidad del Valle de Atemajac	30	37	10	39	116
Universidad Iberoamericana	98	28	12	18	156
Universidad Intercontinental	4	19	0	11	34
Universidad La Salle, A.C.	15	23	4	4	46
Universidad Simón Bolívar	22	5	6	21	54
Madonna University	1	2	1	1	5
Bethlehem University	10	6	7	11	34
Don Bosco Technological Institute	17	12	5	3	37
Universidad Católica 'Nuestra Señora de la Asunción'	41	31	6	157	235
Radboud Universiteit Nijmegen	3	1	0	8	12

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universiteit van Tilburg	23	3	7	19	52
Pontificia Universidad Católica del Perú	8	6	2	4	20
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote	63	37	1	1	102
Universidad Católica San Pablo	50	48	2	51	151
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	24	23	1	25	73
Universidad Católica Sedes Sapientiae	17	5	5	8	35
Universidad Femenina del Sagrado Corazón	33	15	2	18	68
Akademia Ignatianum w Krakowie	38	15	8	25	86
Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie	7	2	2	7	18
Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II	9	0	1	5	15
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego	8	27	5	11	51
Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico	18	18	4	13	53

Tabla G.1 continúa de la página anterior

Institución	Perceptible	Operable	Comprensible	Robusto	Totales
Universidad Central de Bayamon	21	14	2	13	50
Université Catholique de Bukavu	58	6	12	18	94
Université Catholique du Gabon	15	8	1	2	26
Université Notre Dame du Kaysayi	21	6	1	2	30
Leeds Trinity University	53	7	17	28	105
Newman University	4	11	11	11	37
St Mary's University	14	4	4	4	26
St. Mary's University Twickenham London	40	10	1	61	112
Universidad Pontificia Católica 'Madre y Maestra'	32	12	1	5	50
Université Catholique de Kabgayi	16	60	2	25	103
Assumption University	3	3	4	19	29
Providence University	39	0	1	4	44
Saint Augustine University of Tanzania	15	8	1	23	47
Uganda Martyrs University	7	24	2	46	79
