



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Modelo para evaluación de accesibilidad web orientado por tipos de discapacidad

Anyela Lorena Orozco Moreno

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Administración, Departamento de Informática y Computación

Manizales, Colombia

2020

Modelo para evaluación de accesibilidad web orientado por tipos de discapacidad

Anyela Lorena Orozco Moreno

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Administración de Sistemas Informáticos

Directora:

Ph.D. Valentina Tabares Morales

Codirector:

Ph.D. Néstor Darío Duque Méndez

Línea de Investigación:

Tecnologías de la Información y Comunicación

Grupo de Investigación:

Grupo de Ambientes Inteligentes Adaptativos - GAIA

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Administración, Departamento de Informática y Computación

Manizales, Colombia

2020

Resumen

Las personas en condición de discapacidad requieren que los contenidos y servicios disponibles en la web cumplan con ciertas características para facilitar su acceso. Debido a esta necesidad existen diferentes iniciativas que dan lineamientos para orientar la construcción de sitios web accesibles, al igual que métodos o estrategias para su respectiva evaluación con el objetivo de verificar el nivel de accesibilidad que se brinda. Sin embargo, el enfoque de evaluación más ampliamente utilizado verificar el cumplimiento de lineamientos de accesibilidad web que son de carácter general y no analiza las barreras o problemas específicos para un determinado tipo de discapacidad.

En esta tesis se propone un modelo de evaluación de accesibilidad web que está orientado a identificar el grado de accesibilidad de una página para determinados perfiles de discapacidad, los cuales están conformados por el tipo de discapacidad y la tecnología asistiva requerida para su interacción. En el modelo se definen las barreras y los pasos necesarios para su identificación, además un nivel de prioridad que permite determinar qué tan importante es una barrera para ese perfil. Una vez ejecutado el proceso de evaluación, es posible determinar el porcentaje de accesibilidad que se ofrece en el sitio web para cada perfil evaluado.

Para la validación del modelo se realizó un caso de estudio donde se tuvieron en cuenta cuatro perfiles de discapacidad, identificando importantes diferencias entre las barreras para cada perfil y porcentajes de accesibilidad entre ellos. Además, se demostró la versatilidad del modelo al permitir la evaluación con diferentes perfiles, conjuntos de barreras y niveles de prioridad.

Palabras clave: Accesibilidad web, evaluación de accesibilidad web, discapacidad.

Model for evaluation of web accessibility oriented by types of disability

Abstract

A web accessibility assessment model is proposing in this thesis, that is aimed at identifying the degree of accessibility of a page for certain disability profiles, which are made up of the type of disability and the assistive technology required for their interaction. The model defines necessary barriers and steps for their identification, as well as, priority that allows to determine how important a barrier is for that profile level. After that, the evaluation process is executed, it is possible to determine the percentage of accessibility offered on the website for each profile evaluated.

For model validation, a case study was carried out where four disability profiles were taken into account, identifying important differences between the barriers for each profile and percentages of accessibility between them. In addition, the versatility of the model was demonstrated by allowing evaluation with different profiles, barrier sets and priority levels.

Keywords: Web accessibility, accessibility assessment, disability.

Contenido

| | Pág. |
|---|-------------|
| Resumen | III |
| Lista de figuras | VII |
| Lista de tablas | VIII |
| Lista de abreviaturas | 1 |
| | |
| 1. Introducción | 3 |
| 1.1 Problema de investigación | 3 |
| 1.2 Objetivos..... | 5 |
| 1.2.1 Objetivo general | 5 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 5 |
| 1.3 Alcance..... | 5 |
| 1.4 Metodología..... | 6 |
| 1.5 Organización del documento | 7 |
| | |
| 2. Marco teórico | 9 |
| 2.1 Discapacidades | 9 |
| 2.2 Tecnologías asistivas..... | 11 |
| 2.3 Accesibilidad web | 12 |
| 2.4 Iniciativas de accesibilidad..... | 13 |
| 2.5 Evaluación de accesibilidad web | 16 |
| 2.5.1 Enfoques de evaluación de accesibilidad web | 17 |
| 2.5.2 Métodos de evaluación de accesibilidad | 18 |
| 2.6 Conclusiones del capítulo | 23 |
| | |
| 3. Revisión de literatura | 25 |
| 3.1 Metodología empleada en la revisión..... | 25 |
| 3.2 Discusión de resultados encontrados | 26 |
| 3.3 Conclusiones del capítulo | 32 |
| | |
| 4. Modelo propuesto para evaluación de accesibilidad web | 35 |
| 4.1 Antecedentes..... | 36 |
| 4.2 Conceptualización del modelo | 36 |
| 4.2.1 Perfil de discapacidad | 39 |
| 4.2.2 Barreras de accesibilidad web..... | 42 |
| 4.2.3 Barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad | 44 |
| 4.2.4 Proceso de evaluación de accesibilidad web | 47 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.3 | Conclusiones del capítulo..... | 58 |
| 5. | Validación del modelo | 61 |
| 5.1 | Caso de estudio | 61 |
| 5.1.1 | Perfiles de discapacidad seleccionados..... | 61 |
| 5.1.2 | Barreras de accesibilidad por perfil de discapacidad..... | 63 |
| 5.1.3 | Sitios web seleccionados para evaluación | 68 |
| 5.1.4 | Pasos de verificación | 69 |
| 5.1.5 | Proceso de evaluación y resultados..... | 75 |
| 5.2 | Aplicación web soportada en modelo propuesto..... | 81 |
| 5.3 | Conclusiones del capítulo..... | 84 |
| 6. | Consideraciones finales..... | 85 |
| 6.1 | Conclusiones..... | 85 |
| 6.2 | Trabajo futuro..... | 87 |
| 6.3 | Difusión de resultados..... | 88 |

Lista de figuras

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 4-1: Modelo propuesto..... | 38 |
| Figura 4-2: Perfil de discapacidad - estructura general..... | 40 |
| Figura 4-3: Perfil de discapacidad - ejemplo..... | 41 |
| Figura 4-4: Barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad - estructura general | 45 |
| Figura 4-5: Barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad - ejemplo | 46 |
| Figura 4-6: Flujo de evaluación | 57 |
| Figura 5-1: Inicio del proceso de evaluación..... | 81 |
| Figura 5-2: Listado de barreras a ser evaluadas..... | 82 |
| Figura 5-3: Existencia del elemento asociado y cantidad | 82 |
| Figura 5-4: Visualización de pasos de verificación | 83 |
| Figura 5-5: Resultados del proceso de evaluación | 83 |

Lista de tablas

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1-1: Metodología..... | 6 |
| Tabla 2-1: Frecuencia uso de métodos de evaluación de accesibilidad..... | 21 |
| Tabla 2-2: Revisión de enfoques y métodos de evaluación de accesibilidad | 22 |
| Tabla 3-1: Ecuación de búsqueda | 25 |
| Tabla 3-2: Como computar la severidad | 31 |
| Tabla 4-1: Barreras de accesibilidad - ejemplo | 43 |
| Tabla 4-2: Pasos de verificación - Barreras de accesibilidad web - ejemplo | 48 |
| Tabla 4-3: Evaluación barreras - ejemplo | 51 |
| Tabla 5-1: Perfiles de discapacidad seleccionado | 62 |
| Tabla 5-2: Barreras de accesibilidad por perfil de discapacidad | 65 |
| Tabla 5-3: Validación: páginas web a evaluar..... | 68 |
| Tabla 5-4: Pasos de verificación para las barreras definidas | 69 |
| Tabla 5-5: Resultados de la evaluación de pasos de verificación para B1 | 75 |
| Tabla 5-6: Resultados: evaluación de accesibilidad por perfil de discapacidad | 77 |
| Tabla 5-7: Resultados - Nivel de accesibilidad | 78 |

Lista de abreviaturas

| Abreviatura | Término |
|--------------------|--|
| <i>TIC</i> | Tecnologías de la Información y Comunicación |
| <i>UNESCO</i> | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |
| <i>OMS</i> | Organización Mundial de la Salud |
| <i>W3C</i> | <i>World Wide Web Consortium</i> |
| <i>WAI</i> | <i>Web Accessibility Initiative</i> |
| <i>WCAG</i> | <i>Web Content Accessibility Guidelines</i> |
| <i>RLCPD</i> | Registro para la Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad |
| <i>LS</i> | Lengua de Señas |
| <i>LSC</i> | Lengua de Señas Colombiana |

1. Introducción

En este capítulo se presenta el problema de investigación abordado en esta tesis, los objetivos, alcance y metodología empleada para su desarrollo. Finalmente se presenta la forma como está estructurado el documento.

1.1 Problema de investigación

El Registro de Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad (RLCPD) se está realizando en Colombia desde el 2002. Para junio de 2018 se tenían 1.404.108 registros que corresponden al 2.6% de la población. Gracias al RLCPD se logró caracterizar la población registrada permitiendo identificar condiciones escolares, laborales, socioecómicas, entre otras. El Ministerio de Salud y Protección Social reportó con base a estos registros que solo un 11% de la población total estudia, aunque el 17,16% está en edad escolar (entre los 5 y los 24 años). También reportó que el 32% de la población registrada esta incapacitada para trabajar sin pensión para su sostenimiento y que solo el 12% trabaja, pero de este porcentaje el 80% lo hace sin contrato laboral (Ministerio de Salud y Protección Social 2018). El anterior reporte permite identificar que las personas con discapacidad tienen poca participación en su entorno social y que si bien hay quienes trabajan, son pocos los que cuenta con una vinculación formal que les permita adquirir los beneficios que esto representa, dejando a esta población aún más vulnerable.

A través de la web se ofrecen servicios e información para diferentes tipos de público, dentro del cual se encuentran personas con diversas condiciones de discapacidad que deben enfrentarse a barreras que limitan el acceso a estos recursos disponibles en la web. Para evitar que las tecnologías se conviertan en un factor más de exclusión, deben ser consideradas las características y necesidades de todos los usuarios, incluyendo aquellas asociadas a una discapacidad (Laabidi, Jemni, Ayed, Brahim, & Jemaa, 2014).

Siendo la web un recurso ampliamente usado, considerar la diversidad de los usuarios y aplicar recomendaciones para cubrir sus necesidades durante la implementación y mantenimiento del mismo, permitiría evitar la implementación de barreras que los excluyan (Crespo, Espada, and Burgos 2016). Un factor fundamental es la accesibilidad de los sitios web, por lo que se han promovido diferentes iniciativas a nivel internacional que buscan disminuir los problemas asociados y las barreras que se podría presentar.

Entre las iniciativas existentes, la más ampliamente usada y en la que se basan otras propuestas, es el conjunto de Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG) establecidas por el Consorcio *World Wide Web* (W3C). Estas pautas definen los requerimientos que los sitios web deben cumplir para garantizar que las personas en situación de discapacidad puedan percibir y comprender su contenido, estableciendo criterios de éxito que son usados como elementos de verificación para determinar el nivel de conformidad de un sitio web que las implemente (W3C 2005).

Para garantizar la detección de posibles barreras de acceso al contenido web se requiere de un proceso de evaluación sistemático (Masri & Lujan, 2010). Actualmente, los modelos de evaluación de accesibilidad web están orientados a validar el cumplimiento de lineamientos definidos en las iniciativas (Brajnik 2008), que son de carácter general, al buscar asegurar que el contenido sea accesible para la mayor cantidad de personas, dejando de lado características particulares de un determinado tipo de discapacidad, lo que podría implicar que se sigan encontrando barreras de accesibilidad relevantes para una discapacidad específica (Brophy and Craven 2007).

Al no tener en cuenta los requerimientos particulares de un determinado tipo de discapacidad, los resultados de procesos de evaluación de accesibilidad podrían no reflejar la realidad de un sitio web, teniendo en cuenta las necesidades concretas de un usuario. Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó como pregunta de investigación para esta tesis: ¿Cómo evaluar la accesibilidad de un sitio web de acuerdo a tipos específicos de discapacidad?

Para dar respuesta a esta pregunta, se propone un modelo para evaluación de accesibilidad web orientado por tipos de discapacidad, partiendo de la identificación de barreras de accesibilidad, teniendo en cuenta las necesidades específicas de usuarios con

determinado perfil de discapacidad, que requiera o no el uso de tecnologías asistivas. Se busca brindar retroalimentación detallada a los desarrolladores, propietarios o usuarios de los sitios web evaluados, informando el grado de accesibilidad que se está ofreciendo y las barreras específicas identificadas para cada condición.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Proponer un modelo para evaluación de accesibilidad web orientado por tipos de discapacidad que permita identificar el grado de accesibilidad en un sitio web.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Identificar los principales enfoques de evaluación de accesibilidad web y sus características.
2. Identificar y caracterizar los tipos de discapacidades a incluir en el modelo.
3. Definir los criterios y barreras de accesibilidad web propias para cada tipo de discapacidad.
4. Diseñar un modelo para evaluación de accesibilidad web a partir de los elementos definidos.
5. Validar el modelo propuesto a través de la aplicación en un caso de estudio.

1.3 Alcance

Esta tesis de maestría estará delimitada por los siguientes aspectos:

- El modelo de evaluación se enfocó en varios tipos de discapacidad, los cuales fueron definidos en la fase inicial del desarrollo de la tesis. Para esta definición no se tuvieron en cuenta las discapacidades de tipo cognitivo.
- El modelo de evaluación será de aplicación en sitios web disponibles para su utilización.
- La validación del modelo propuesto se realizará sobre sitios web que tengan declaración de accesibilidad.

1.4 Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo de la presente tesis está guiada por seis etapas. Cada etapa tiene asociado un objetivo específico y las actividades que se llevarán a cabo para su logro. En la Tabla 1-1 se presentan estos elementos.

Tabla 1-1: Metodología

| ETAPA | OBJETIVOS | ACTIVIDADES |
|--|--|--|
| Etapa 1: Revisión e identificación de enfoques para evaluación de accesibilidad. | Objetivo 1: Identificar los enfoques existentes de evaluación de accesibilidad web y sus características. | 1. Revisión bibliográfica de enfoques para evaluación de accesibilidad web. 2. Revisión bibliográfica sobre iniciativas de accesibilidad. |
| Etapa 2: Revisión e identificación de tipos de discapacidad. | Objetivo 2: Identificar y caracterizar los tipos de discapacidades a incluir en el modelo. | 3. Revisión bibliográfica sobre los tipos de discapacidad que requieren de accesibilidad web. 4. Revisión bibliográfica de las características de los tipos de discapacidad y las tecnologías asistivas que requieren. 5. Seleccionar los tipos de discapacidades a incluir en el modelo y de ser pertinente, el tipo de tecnología asistiva a trabajar respectivamente. |
| Etapa 3: Definición de criterios y barreras de accesibilidad web. | Objetivo 3: Definir los criterios y barreras de accesibilidad web propias para cada tipo de discapacidad. | 6. Identificar los criterios y barreras de accesibilidad web propias a cada tipo de discapacidad a incluir en el modelo. 7. Determinar los elementos a evaluar de acuerdo con la identificación de criterios y barreras de accesibilidad web. |
| Etapa 4: Diseño del modelo propuesto. | Objetivo 4: Diseñar un modelo para evaluación de accesibilidad web a partir de los elementos definidos. | 8. Conceptualización del modelo. 9. Diseño del modelo. |
| Etapa 5: Validación del modelo propuesto. | Objetivo 5: Validar el modelo propuesto a través de la aplicación en un caso de estudio. | 10. Diseño del caso de estudio en el que se validará el modelo. 11. Aplicación del caso de estudio. |
| Etapa 6: Informe final y difusión de los resultados obtenidos en los diferentes medios de divulgación científica. | | |

Fuente: elaboración propia

1.5 Organización del documento

Este documento está organizado de la siguiente manera: en el capítulo 2 se presenta el marco teórico con los conceptos base para el desarrollo de la tesis. En el capítulo 3 se presenta la revisión de literatura donde se identificaron propuestas de evaluación de accesibilidad web desde diferentes enfoques, permitiendo establecer el vacío que da lugar el problema concreto que fue abordado. El modelo para evaluación de accesibilidad web orientado por tipos de discapacidad se presenta en el capítulo 4, donde se detallan sus elementos. En el capítulo 5 se presenta la validación del modelo y los hallazgos del caso de estudio aplicado. Finalmente, en el capítulo 6 son planteadas las conclusiones y los posibles trabajos futuros alrededor de esta tesis.

2. Marco teórico

El objetivo de este capítulo es presentar elementos conceptuales que fundamentan el desarrollo de esta tesis. Se presentan las discapacidades que podrían requerir de accesibilidad web y las tecnologías asistivas asociadas a dichas discapacidades. Se amplía el concepto de accesibilidad web y las iniciativas de accesibilidad web más usadas. Finalmente se presenta el concepto a evaluación de accesibilidad web y los diferentes enfoques asociados y los métodos más usados de acuerdo a la revisión de literatura realizada.

2.1 Discapacidades

El concepto de discapacidad se ha transformado a través del tiempo, con diferentes características e interpretaciones. En (Ministerio de Educación Nacional 2017) se plantea la discapacidad como: “un conjunto de características o particularidades que constituyen una limitación o restricción significativa en el funcionamiento cotidiano y la participación de los individuos, así como en la conducta adaptativa, y que precisan apoyos específicos y ajustes razonables de diversa naturaleza”. Las personas con discapacidad se ven enfrentadas a barreras de diferente tipo, lo que genera un alto riesgo de exclusión social.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica las discapacidades en sensoriales, de comunicación y lenguaje, motrices y cognitivas. A continuación, se presentan algunas discapacidades en el marco de esta clasificación (Ministerio de Educación Nacional 2017):

- **Discapacidades visuales:** son consideradas de tipo sensorial, ya que involucran uno de los sentidos, en este caso la visión. Estas discapacidades limitan a la persona en el acceso a la información visual, debido a la falta total o parcial de la visión. Algunas discapacidades visuales son:

- *Ceguera total*: carencia de visión total, puede percibir la luz, sin proyección, la percepción de luz ayuda en la movilidad y la orientación.
 - *Ceguera parcial*: puede tener percepción y proyección de luz, puede identificar bultos.
 - *Baja visión (limitaciones en agudeza visual)*: visión de objetos a pocos centímetros.
 - *Baja visión (reducción en el campo visual)*: se presentan restos visuales que pueden ser usados con adaptaciones especiales.
 - *Visión límite*: requiere de condiciones físico-ambientales óptimas, adecuada iluminación, distancia, contraste y ayudas ópticas especiales.
- **Discapacidades auditivas**: también hacen parte de las discapacidades sensoriales, en este caso se involucra el sentido de la audición. Las personas con alguna discapacidad auditiva no poseen suficiente audición para sostener comunicación fluida en lengua oral. Existen diferentes grados de pérdida auditiva, que están asociadas a la localización y la causa de la lesión. La pérdida auditiva puede ser total o parcial y genera limitaciones importantes en la percepción del sonido y en el intercambio comunicativo a través de la interacción verbal.

Para hacer referencia a una persona que tiene pérdida auditiva total, se hace referencia a una *persona sorda*. La comunicación principal de la persona sorda se adquiere por la interacción con la comunidad sorda, a través la Lengua de Señas (LS), aunque también se pueden desarrollar habilidades para el manejo de la lengua oral o escrita. Dando lugar a personas sordas bilingües, semilingües o monolingües.

- *Personas sordas bilingües*: usa la LS para comunicarse con la comunidad sorda y usa el español oral o escrito para comunicarse con oyentes que usan el español como primera lengua.
- *Personas sordas semilingües*: no usan a plenitud ninguna lengua, perdieron la audición antes de desarrollar una lengua oral y no adquirieron LS.
- *Personas sordas monolingües*: usan una sola lengua, ya sea la LS o una lengua oral. Las personas sordas monolingües con lengua oral perdieron la audición después de haber adquirido la lengua oral.

- **Discapacidades motrices:** estas discapacidades generan alteraciones motrices en extremidades, cabeza, cara, cuello u otro segmento del cuerpo, que afectan la movilidad. Pueden relacionarse con falta de control muscular que genera movimientos involuntarios o con la limitación o falta de movimiento, inciden la capacidad para desplazarse, mantener ciertas posturas corporales, sostener o manipular objetos, escribir o hacer alguna actividad de cuidado persona. Pueden presentarse durante el ciclo de vida, antes del nacimiento, durante el parto, como producto del desarrollo o adquirirse a causa de un accidente, lesión o enfermedad.
- **Discapacidades cognitivas:** son las discapacidades asociadas con el funcionamiento intelectual y la conducta adaptativa, necesarios en procesos académicos, interacciones sociales y el desarrollo de actividades cotidianas de cuidado personal. Las principales dificultades de las personas con discapacidades cognitivas son la falta de memoria, de habilidades para resolver problemas y de atención, al igual que limitaciones en la comprensión verbal y lingüística, la lectura, el razonamiento matemático y la comprensión visual.

2.2 Tecnologías asistivas

Las tecnologías asistivas (TA) buscan facilitar el desarrollo de actividades a personas con discapacidad, aumentando su autonomía y mejorando su calidad de vida (Arias F., Jardán-Guerrero, and Ramos-Galarza 2017). Éstas pueden ser un dispositivo o un servicio, donde el dispositivo es utilizado para mejorar o mantener la capacidad funcional de la persona con discapacidad y el servicio ésta asociado con una ayuda para el uso de un determinado dispositivo (Carpio Brenes 2012).

Para que las personas con discapacidad puedan utilizar el computador, se requiere de tecnologías asistivas de hardware y software (Carpio Brenes 2012). Algunas de estas tecnologías asistivas son:

- Hardware:
 - Líneas de braille
 - Teclados especiales
 - Pantallas táctiles

- Software:
 - Lectores de pantalla
 - Sintetizadores de voz
 - Magnificadores de pantalla
 - Generador de subtítulos

Para que las personas con discapacidad puedan acceder fácilmente a la información disponible en las páginas web, requieren de la implementación de características de accesibilidad web para que estas tecnologías asistivas puedan trabajar de forma adecuada. A continuación, se define y amplía el concepto de accesibilidad web.

2.3 Accesibilidad web

Cuando se habla de acceso equitativo a la información disponible en la web, se hace referencia a la accesibilidad web, aunque también existen diferentes conceptos asociados al tema dependiendo del área de conocimiento desde donde se aborde y los grupos de interés. Algunos conceptos asociados son el diseño para todos, acceso universal y diseño inclusivo (Persson et al. 2014). La usabilidad está estrechamente relacionado con la accesibilidad, sin embargo es importante resaltar que la accesibilidad busca eliminar las barreras de acceso a la información para las personas que tienen algún tipo de discapacidad, mientras que la usabilidad intenta mejorar la experiencia del usuario al utilizar determinado software (Mascaraque 2009).

La accesibilidad web tiene como objetivo conseguir que las personas puedan utilizar las páginas web independientemente de sus aptitudes personales, conocimientos o de las diversas características técnicas del dispositivo utilizado para acceder a la web, destacando los beneficios que aporta a las personas con alguna discapacidad o a personas adultas que, a consecuencia de sus salud ven mermadas sus habilidades (Fernández-Díaz, Jambrijo, and Iglesias 2019).

Diferentes estudios demuestran que muchos de los sitios web disponibles no cuentan con niveles mínimos de accesibilidad, convirtiéndose en un factor de exclusión y evitando que usuarios con discapacidad se beneficien de las posibilidades que se tienen a través de

Internet, ya que por medio de la web hay un gran número de alternativas y posibilidades para personas con discapacidad (Ali, AlBalushi, and AlBadi 2017).

Dentro de los factores que influyen en la baja accesibilidad de los sitios se encuentra la falta de conocimiento de las pautas de accesibilidad, la falta de métodos de desarrollo donde se involucren a los usuarios (Miñón et al. 2014) y donde, en las fases de desarrollo se tengan en cuenta, los requerimientos de accesibilidad con base en el perfil, experiencia y conocimiento de los usuarios (Hilera et al. 2013; Sombrio et al. 2016).

Para el W3C (World Wide Web Consortium) la accesibilidad web significa que las personas con algún tipo de discapacidad puedan usar, percibir, entender, navegar e interactuar con la web y que de igual forma puedan contribuir con ella. Las personas con discapacidades visuales, auditivas, físicas, del habla, cognitivas, del lenguaje, de aprendizaje y neurológicas, pueden verse limitadas en el acceso a la información disponible en las páginas web (W3C 2005).

Para promover la accesibilidad web existen directrices y lineamientos que abarcan una amplia gama de aspectos a tener en cuenta, buscando hacer frente a todas las necesidades de los diferentes tipos, grados y combinaciones de discapacidades. Algunas de estas directrices también contemplan las personas que usan una conexión lenta a internet, que sufren de una discapacidad temporal o condiciones asociadas a personas mayores, que con el paso de tiempo pierden habilidades (W3C 2005).

A continuación, se señalan las iniciativas de accesibilidad web identificadas durante la revisión de literatura.

2.4 Iniciativas de accesibilidad

Las iniciativas de accesibilidad son lineamientos que establecen los requerimientos de accesibilidad para brindar garantías de acceso a la información a las personas con discapacidad. A continuación, se presentan las iniciativas más mencionadas dentro de la literatura consultada:

- **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG):** El W3C creó la Iniciativa de Accesibilidad Web (Web Accessibility Initiative, WAI) con el objetivo de definir las pautas requeridas para facilitar el acceso a la información disponible en la web a las personas en situación de discapacidad y de esta forma reducir las barreras de acceso a la información. Estas pautas son conocidas como las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG) y son la base de pautas desarrolladas en otras organizaciones (Masri & Lujan, 2010). Las WCAG 1.0 fueron publicadas en mayo de 1999 y la segunda versión, las WCAG 2.0 en diciembre de 2008 (Moreta and Baena R. 2013)(Masri & Lujan, 2010). Las WCAG 2.0 son las pautas que actualmente se encuentran vigentes, aunque el 5 de junio de 2018 se publicó una nueva versión, las WCAG 2.1.

La versión 1.0 y 2.0 de las WCAG se basan en los mismos criterios, pero expresados en forma diferente. Las WCAG 2.0 tienen cuatro principios que son la base de la accesibilidad web: Perceptible, Operable, Comprensible y Robusto. Cada principio tiene un conjunto de lineamientos y criterios de éxito que los direcciona, en total son 12 pautas cuyo objetivo es asegurar que el contenido sea accesible para la mayor cantidad de personas. Para cada lineamiento hay criterios de éxito que describen lo que debe ser alcanzado con el fin de ajustarse a esta norma, en total son 61 criterios comprobables, algunos pueden ser verificados usando programas de software y otros necesitan de pruebas humanas (W3C 2008).

Las WCAG 2.1 mantiene los cuatro principios que se contemplan en la WCAG 2.0 y estos principios se dividen en 13 pautas, una más con respecto a la versión 2.0 y tiene 78 criterios de conformidad, 17 más que la versión 2.0. La W3C destaca como principal diferencia frente a la versión 2.0 de las WCAG, una guía para facilitar el acceso al contenido por parte de los usuarios a través de dispositivos móviles táctiles. Incorporan desde el punto de vista cognitivo, medidas en relación al lenguaje, el aprendizaje y tiempos de espera por inactividad. Para los usuarios con baja visión, hace énfasis en medidas de contraste en gráficos, etc. Estas incorporaciones aportan recursos que facilitarán en gran medida la comprensión del contenido y la interacción con el mismo por parte de los usuarios (Fernández-Díaz, Jambrijo, and Iglesias 2019).

Las WCAG tiene tres niveles de conformidad, por lo tanto, hay tres niveles de criterios de éxito: Nivel A es el mínimo nivel de conformidad, la página web debe cumplir con todos los criterios de éxito que están en este nivel. Nivel AA, la página web debe cumplir con todos los criterios de éxito que están en el nivel A y AA. Nivel AAA, la página web debe cumplir con todos los criterios de éxito que están en el nivel A, AA y AAA (W3C 2008). Es importante destacar que las WCAG son las pautas de accesibilidad más ampliamente usadas y adoptada.

- **Sección 508:** esta sección fue una enmienda incluida en la Ley de Rehabilitación en 1998 en la Ley Publica de los Estados Unidos. Ésta contiene 16 párrafos y está enfocada en disolver barreras que inhabilitan a las personas con discapacidades para acceder a los recursos de las tecnologías de información (May and Zhu 2010). La Sección 508 y las WCAG 1.0 son similares en muchos aspectos, pero en general el seguimiento de las pautas de la WAI aportan un mayor nivel de accesibilidad (Guenaga, M. L., Barbier, A., & Eguiluz 2007).
- **Mandato M 376:** define los requerimientos de accesibilidad funcional para los productos y servicios tecnológicos definidos por la Comisión Europea en el 2005. El mandato empezó a funcionar en el 2007 en una primera fase enfocada en la recolección de información sobre requerimientos de accesibilidad y los sistemas de evaluación de conformidad; la segunda fase se enfocó en el desarrollo de un estándar Europeo definiendo los requerimientos de accesibilidad, material de orientación y de apoyo a los promotores públicos, dando como resultado el estándar Europeo EN 301 549 (“Requerimientos de accesibilidad para la contratación pública de productos y Servicios de TIC en Europa”) (Martínez and Pluke 2013).
- **Ley Stanca (Stanca Act):** esta ley se llama “Disposiciones para que las personas con discapacidad accedan a las TI” y pretende adaptar la legislación Italiana a los estándares internacionales, está compuesta de 22 requerimientos técnicos de accesibilidad y algunos criterios para su evaluación y se basó principalmente en las WCAG por ser un estándar de facto y en la Sección 508 (Gambino, Pirrone, and Giorgio 2016).

- **Accessiweb:** esta iniciativa es una metodología creada y publicada desde el 2003 por la asociación BrailleNet en Francia, que busca facilitar la comprensión y aplicación de las WCAG. Los objetivos de esta iniciativa son: asegurar la comprensión operativa y la verificación de conformidad de las WCAG y proporcionar una metodología de accesibilidad web. Esto lo hacen a través de una lista de referencia de acuerdo a los siguientes elementos: imágenes, frames, colores, multimedia, tablas, links, scripts, capas, formularios, navegación y consultas (The BrailleNet Association 2016).
- **Easy-to-Read (E2R):** las personas con problemas cognitivos o de aprendizaje presentan dificultades para leer y entender texto que contenga sentencias largas, palabras poco usuales y estructuras lingüísticas complejas. Los lineamientos de E2R están pensados en este grupo de usuarios, permitiendo hacer texto online más accesible, la legibilidad y el entendimiento del texto deben ser tenidos en cuenta al momento de su creación (Moreno, Martínez, and Segura-bedmar 2015).

Aunque el grupo de usuarios objetivo de los lineamientos E2R son las personas con discapacidad intelectual y de aprendizaje, en segunda instancia están las personas sordas, sordo ciegas y con demencia. También se ven beneficiadas personas con problemas de atención y de memoria como las personas mayores, analfabetas, inmigrantes con diferente lenguaje nativo, personas con afasia, dislexia y autismo (Moreno, Martínez, and Segura-bedmar 2015).

La accesibilidad web no se garantiza por la existencia de los lineamientos o pautas asociadas, se requiere de su implementación durante la construcción de las páginas web y de procesos de evaluación que validen el cumplimiento de dichos lineamientos o permitan establecer el nivel de accesibilidad web. Por este motivo se establecieron procesos de evaluación que se describen en la siguiente sección.

2.5 Evaluación de accesibilidad web

La evaluación de accesibilidad web determina lo bien que un sitio web puede ser usado por personas con discapacidad (Brophy and Craven 2007). Es una etapa necesaria que busca asegurar la detección de posibles barreras y validar el cumplimiento de lineamientos

definidos en pautas y normativas (Hilera et al. 2013). Por lo que se requiere de un proceso de evaluación sistemático para garantizar y certificar la accesibilidad web a los usuarios (Masri & Lujan, 2010).

Los resultados de las evaluaciones tienden a ser generales ya que no tienen en cuenta las particularidades asociadas a cada tipo de discapacidad, se centran principalmente en verificar el cumplimiento de un lineamiento de accesibilidad (Abou-Zahra 2006). Sin embargo, algunos procesos de evaluación están orientados a la identificación de problemas que se pueden presentar para usuarios con necesidades concretas. Esto da origen a lo que se denomina, para esta tesis, enfoque de evaluación de accesibilidad.

2.5.1 Enfoques de evaluación de accesibilidad web

Para llevar a cabo un proceso de evaluación de accesibilidad, es necesario definir tanto el objetivo como los mecanismos que se utilizarán para ejecutar la evaluación. Específicamente, un enfoque de evaluación de accesibilidad web refleja el objetivo que guía la evaluación, permitiendo establecer de forma detallada los criterios, métodos y estrategias que se aplicarán.

Es importante resaltar que, dentro de la literatura revisada, no se definen de forma explícita el concepto de *enfoques de evaluación de accesibilidad web*, pero fue posible identificar a partir de la revisión de procesos de evaluación reportados, la existencia de dos enfoques que son:

- 1) Evaluación orientada por pautas y/o lineamientos de accesibilidad:** los diferentes lineamientos o pautas establecen guías, directrices o criterios que deberían ser cumplidos para garantizar la accesibilidad web a todos los usuarios. El cumplimiento de estos lineamientos puede ser requisito exigido por entidades del estado o puede ser parte de la política de la institución propietaria del sitio web. Por lo tanto, validar el cumplimiento de un determinado conjunto de lineamientos se hace necesario y representa un respaldo frente a las oportunidades de acceso que brinda a sus usuarios y el cumplimiento de un requisito de ley.

En este enfoque, se debe establecer con claridad desde el inicio del proceso, cuáles son las pautas o lineamientos que se van a seguir, con el fin de determinar cómo se hará la verificación y la forma como se obtendrán los resultados.

2) Evaluación orientada por características y/o necesidades específicas de los usuarios: las necesidades de accesibilidad web de los usuarios varían de acuerdo con el tipo de discapacidad que tienen, las tecnologías asistivas que usan de acuerdo con su discapacidad e incluso de los recursos tecnológicos que requieren para acceder a las páginas web (tipo de conexión a internet, tipo de dispositivo, etc.). En este enfoque, se deben tener en cuenta las condiciones particulares de determinada población, con el fin de determinar si un usuario con determinado perfil cuenta con garantías reales para acceder a la información disponible a través de la página web en evaluación.

Para realizar la evaluación siguiendo este enfoque, es necesario identificar las barreras de accesibilidad o limitaciones que se podría presentar en el sitio web para un usuario o perfil de usuarios concreto. También es necesario determinar cómo se ejecutará la evaluación y de qué manera se entregarán los resultados.

Para realizar evaluación de accesibilidad web, se pueden usar diferentes métodos, el uso de un determinado método depende de los objetivos de la evaluación y la disponibilidad de recursos para su ejecución (Hilera et al. 2013). La definición de métodos de evaluación de accesibilidad web y los principales métodos disponible y usados por la comunidad se presentan en la siguiente sección.

2.5.2 Métodos de evaluación de accesibilidad

Un método de evaluación de accesibilidad es un procedimiento o una herramienta confiable que permite la identificación de problemas de accesibilidad. La evaluación de accesibilidad por lo general requiere de la combinación de varios métodos (Baazeem and Al-Khalifa 2015), con el objetivo de obtener resultados más completos y confiables.

De acuerdo con la revisión de literatura, los métodos más usados son los siguientes:

-
- **Uso de herramientas automáticas:** estas herramientas son programas de software o servicios online que son usados para chequear el nivel de accesibilidad de un sitio web bajo lineamientos de accesibilidad. Algunas de las herramientas más comunes y que evalúan el cumplimiento de los lineamientos de accesibilidad definidos en las WCAG son: Web Accessibility Checker (AChecker), Test de Accesibilidad Web (TAW), WAVE y eXaminator (Baazeem and Al-Khalifa 2015).
 - **Evaluación de expertos:** es un método de análisis manual para chequear la conformidad de algún lineamiento de accesibilidad en un sitio web. La evaluación manual se puede guiar por cuestionarios para determinar si los elementos del sitio web cuentan con los requerimientos mínimos de accesibilidad para que cualquier usuario pueda acceder a él (Avila et al. 2016).
 - **Pruebas de usuarios:** involucra a grupos de usuarios que trabajan sistemáticamente en un sitio web haciendo pruebas de usabilidad y accesibilidad desde su punto de vista. Este método requiere de un proceso previo como la selección de los participantes, las tecnologías asistivas y la organización del ambiente para las pruebas. Los usuarios pueden apoyar en el proceso de evaluación de accesibilidad, ofreciendo una perspectiva más amplia y que permite identificar barreras a las que tendrían que enfrentarse al interactuar con el sitio web en evaluación (Akpınar and Yeşilada 2017).
 - **Encuestas para desarrolladores y administradores web:** a través de encuestas se busca identificar con los desarrolladores y administradores del sitio web en evaluación, cuáles son las razones detrás de los problemas de accesibilidad. Además, es posible que ellos identifiquen otras barreras de accesibilidad existentes (Baazeem and Al-Khalifa 2015).
 - **Revisión de conformidad:** se basa en la verificación de una lista de chequeo, es un método analítico que requiere de la opinión del evaluador, permite la identificación de posibles defectos. Generalmente, la lista de chequeo está asociada a un estándar o lineamiento (Brajnik 2008).

- **Técnicas de proyección:** es un método informal, donde se accede a la página web simulando artificialmente alguna discapacidad, este método requiere que el evaluador instale y aprende a usar diferentes tecnologías asistivas, las cuales son usadas durante la evaluación. No es un método sistemático, ya que requiere de la experiencia del evaluador en el uso de la tecnología, que difícilmente alcanza la experticia del usuario (Brajnik 2008).
- **Tutorial de barrera:** es un método basado en un tutorial heurístico, donde se requiere de la experiencia de un experto. Éste debe evaluar un determinado número de barreras ya definidas bajo determinado contexto, estas barreras están asociada a principios ampliamente conocidos. El objetivo es obtener conclusiones sobre la efectividad para el usuario, la productividad, la satisfacción y la seguridad (Brajnik 2008).
- **Evaluaciones subjetivas:** Para la aplicación de este método se requiere de la intervención de un experto y un panel de usuarios. Los usuarios exploran y usan el sitio web en evaluación y posteriormente son entrevistados directamente por el evaluador o pueden llenar un cuestionario. Con la información proporcionada por el usuario se identifican los problemas, fallos y posibles soluciones. Los resultados dependerán en gran medida del nivel de experiencia del usuario, este método es usado principalmente para evaluaciones exploratorias o de diagnóstico (Brajnik 2008).

En (Baazeem and Al-Khalifa 2015) se realizó una revisión de literatura de los métodos de evaluación de accesibilidad web más usados por los investigadores del 2011 al 2015. En la Tabla 2-1 se muestra la frecuencia con que estos métodos fueron usados en un total de 23 estudios analizados. Los autores hacen énfasis en la dependencia de las herramientas automáticas durante los procesos de evaluación teniendo en cuenta que los resultados pueden ser poco confiables, ya que no todas las barreras pueden ser detectadas automáticamente y hacen notar la necesidad de combinar múltiples métodos para obtener resultados más confiables.

Tabla 2-1: Frecuencia uso de métodos de evaluación de accesibilidad

| Método de evaluación | Frecuencia |
|---|------------|
| Solo evaluación de experto | 3 |
| Evaluación de experto con tecnología asistiva | 1 |
| Solo evaluación automática (1 herramienta) | 2 |
| Solo evaluación automática (más de1 herramienta) | 6 |
| Solo prueba de usuario | 3 |
| Evaluación de experto y automática | 3 |
| Evaluación automática y de usuario | 2 |
| Evaluación de experto con tecnología asistiva y evaluación automática | 1 |
| Evaluación de experto con tecnología asistiva y pruebas de usuario | 1 |
| Evaluación con Desarrollador web/ encuestas a webmaster, experto con tecnología asistiva, automática y pruebas de usuario | 1 |

Fuente: adaptada de (Baazeem and Al-Khalifa 2015)

Con el objetivo de identificar dentro de la literatura las experiencias de evaluación que se realizan en el marco de los enfoques de evaluación de accesibilidad web adoptados en la tesis y los métodos de evaluación utilizados en estos enfoques, se realizó un proceso de evaluación cuyos resultados se presentan en la Tabla 2-2. Las listas a continuación corresponden a la nomenclatura usada en los encabezados.

Enfoques de evaluación (EE)

- **EE1:** Evaluación orientada por pautas y/o lineamientos de accesibilidad.
- **EE2:** Evaluación orientada por características y/o necesidades específicas de los usuarios.

Métodos de evaluación (ME)

1. Uso de herramientas automáticas
2. Evaluación de expertos
3. Pruebas de usuarios
4. Encuestas para desarrolladores y administradores web
5. Revisión de conformidad
6. Técnicas de proyección
7. Tutorial de barrera
8. Evaluaciones subjetivas

Tabla 2-2: Revisión de enfoques y métodos de evaluación de accesibilidad

| Título (Referencia) | EE | | MM | | | | | | | |
|--|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|
| | EE1 | EE2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| <i>Accessibility Evaluation of Three Important Indian Websites</i> (Mounika et al. 2019) | X | | X | | | | | X | | |
| <i>Analysis , Redesign and Validation of Accessibility Resources Applied to an Official Electronic Journal for the Promotion of Equal Access to Public Acts</i> (Rodrigues and Prierch 2018) | X | | X | | X | | X | | | |
| <i>Evaluation of Web content accessibility in an Israeli institution of higher education</i> (Laufer and Arie 2018) | X | | X | | | | | | | |
| <i>Challenges to Assess Accessibility in Higher Education Websites : A Comparative Study of Latin America Universities</i> (Acosta-Vargas, Acosta, and Luján-Mora 2018) | X | | X | | | | X | | | |
| <i>Framework for Accessibility Evaluation of Hospital Websites</i> (Acosta, Luján-Mora, and Acosta-Vargas 2018) | X | | X | | | | X | | | |
| <i>An evaluation of finding aid accessibility for screen readers</i> (Southwell and Slater 2013) | | X | X | | | | | X | | |
| <i>Evaluation of accessibility with the deaf user</i> (Satomi Saito et al. 2013) | | X | | | X | | | | | X |
| <i>Web accessibility for visual disabled: An expert evaluation of the Inclusite® solution</i> (Márquez et al. 2012) | | X | | | | | | X | | |
| <i>Evaluation of web accessibility: An approach related to functional illiteracy</i> (Capra et al. 2012) | | X | | | X | | | | | |
| <i>Accessibility evaluation of websites using screen reader</i> (Sandhya and Sumithra 2011) | | X | | | | | | X | | |
| <i>Investigation of best practices for maintaining section 508 compliance in U.S. federal web sites</i> (Lazar and Olalere 2011) | X | | X | X | X | | | | | |
| <i>Remote evaluation of WCAG 2.0 techniques by web users with visual disabilities</i> (Power et al. 2011) | X | X | | | X | | | | | |
| <i>Results from multi-dimensional accessibility assessment</i> (Bandeira, Lopes, and Carriço 2011) | | X | | | | | | X | | |

Fuente: elaboración propia

Como resultado de la revisión resumida en la Tabla 2-2 se destaca el trabajo presentado en (Power et al. 2011), donde se tienen en cuenta ambos enfoques de evaluación. Se hace

el proceso de evaluación de una página web donde se implementaron las técnicas recomendadas por las WCAG 2.0 y al evaluar la accesibilidad web con usuarios con discapacidad visual, solo una de las técnicas implementadas brindo 100% de accesibilidad a estos usuarios, lo que permite evidenciar, que, aunque se cumpla con el lineamiento de accesibilidad, esto no garantiza la accesibilidad para todos los usuarios.

Con relación al enfoque “Evaluación orientada por pautas y/o lineamientos de accesibilidad”, de los trabajos revisados el método de evaluación más usado es el “Uso de herramientas automáticas”, dónde se usa más de una herramienta automática en el proceso y el 90% de las veces es acompañado por otro método de evaluación.

En los trabajos que realizan la evaluación de accesibilidad con el enfoque “Evaluación orientada por características y/o necesidades específicas de los usuarios”, los métodos más usados son las pruebas de usuario y las técnicas de proyección, solo en una ocasión se usó una herramienta automática y fue en compañía de una técnica de proyección.

2.6 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se presentaron los principales elementos conceptuales que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la tesis. Se abordaron aspectos asociados con discapacidad, tecnologías asistivas, accesibilidad web y evaluación de accesibilidad web que son elementos fundamentales para entender la problemática abordada.

Se identificaron los principales enfoques de evaluación de accesibilidad web y los métodos usados de forma más frecuente de acuerdo al enfoque. La identificación de estos enfoques permite enmarcar el modelo de evaluación propuesto en esta tesis, dentro del enfoque “Evaluación orientada por características y/o necesidades específicas de los usuarios”.

3. Revisión de literatura

En este capítulo se presenta el proceso de revisión sistemática de literatura realizado para identificar los principales trabajos relacionados con propuestas que están orientadas a procesos de evaluación de accesibilidad web, teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios. Se analizan los trabajos seleccionados y finalmente se exponen las conclusiones que llevan a la problemática planteada.

3.1 Metodología empleada en la revisión

Para realizar el proceso de revisión sistemática de literatura, se inició con la construcción de una cadena de búsqueda con palabras claves en español, inglés y portugués, que permitieran identificar los trabajos relevantes en cuanto a evaluación de accesibilidad. En la Tabla 3-1 se presenta esta ecuación.

Tabla 3-1: Ecuación de búsqueda

| AND | | | | |
|--|------------|------|-----------|------------|
| OR | *accessib* | web* | evalua* | disabili* |
| | *accesib* | | avalia* | discapaci* |
| | *acessi* | | assess* | defici* |
| | barrier* | | verifica* | impair* |
| | barrera* | | test* | |
| | barreira* | | prueb* | |
| | | | prova | |
| (*accessib* OR *accesib* OR *acessi* OR barrier* OR barrera* OR barreira*) AND (web*) AND (evalua* OR avalia* OR assess* OR verifica* OR test* OR prueb* OR prova) AND (disabili* OR discapaci* OR defici* OR impair*) | | | | |

Fuente: elaboración propia

Las bases de datos seleccionadas para realizar la búsqueda fueron: Scopus, Web of Science, y Springer Link, por tratarse de herramientas bibliográficas multidisciplinarias y con publicaciones de alto impacto científico.

La búsqueda se ejecutó el 28 de enero de 2019 a las 8:00 A.M. y se obtuvieron las siguientes cantidades de resultados por base de datos: Scopus (567), Springer Link (620), WoS (44)

Para la selección de los trabajos a ser revisados en detalle, se consideraron los siguientes criterios.

Criterios de inclusión:

- Estudios que trabajen desde la perspectiva de alguna discapacidad específica.
- Estudios relacionados con experiencias de evaluación de accesibilidad web.
- Estudios que muestran modelos de evaluación de accesibilidad.

Criterios de exclusión:

- Estudios que no están relacionados con accesibilidad en entornos web.
- Existen un artículo similar del mismo autor.
- El artículo no está disponible.

A continuación, se presenta la discusión de los resultados encontrados, donde varios trabajos soportan la problemática y otros están relacionados con propuestas de evaluación de accesibilidad web que tiene en cuenta las condiciones de discapacidad de los usuarios. Estos trabajos permiten identificar que hay necesidades que todavía no han sido atendidas ampliamente.

3.2 Discusión de resultados encontrados

En Navarrete & Lujan-Mora (2015) resaltan la necesidad de definir procesos de evaluación de accesibilidad web más profundos, con pruebas de usuarios para establecer los problemas para cada tipo de discapacidad, porque incluso sitios web que son teóricamente accesibles tienen problemas de accesibilidad y usabilidad para personas con discapacidad. Un ejemplo de lo anterior se plantea en Alsobhi & Abeysinghe (2013) donde resaltan los resultados de un reporte de accesibilidad publicado en el 2004 por la Comisión de Derechos de los Discapacitados (Disability Rights Commission - DRC) con la

evaluación de 1000 sitios web de UK, mostrando que el 81% de los sitios web no atienden los estándares mínimos de accesibilidad, ni siquiera los sitios que fueron destacados en este reporte como ejemplo de buenas prácticas.

En (Power et al. 2012) describen un estudio empírico de problemas en la web encontrados por 32 usuarios ciegos en la evaluación de 16 sitios web. El estudio relaciona que solo el 50.4% de los problemas encontrados por los usuarios fueron cubiertos en los criterios de éxito de los WCAG 2.0 y de los problemas de usuarios cubiertos por las WCAG 2.0 solo el 16.7% de los sitios web implementaron las técnicas recomendadas por esta iniciativa sin solucionar la situación. Como resultado del estudio, indican que es necesario alejarse del paradigma basado en problemas de accesibilidad web y centrarse en eliminar los problemas encontrados por los usuarios, definiendo un conjunto de principios de diseño basados en investigación de accesibilidad y usabilidad enfocados en el uso de la web por usuarios con discapacidad. Después de definidos y entendidos estos principios, proponen establecer reglas y heurísticas que el desarrollador pueda aplicar al momento de evaluar su nivel de éxito en la creación de páginas web que puedan ser usadas por personas con discapacidad.

Existen diferentes estándares internacionales de accesibilidad web al igual que métodos para su evaluación. Sin embargo, todavía hay grandes desafíos para la entrega de contenido web accesible, especialmente por la generación de contenido web dinámico y por los constantes cambios en los estándares y técnicas para el diseño y desarrollo web. En un proceso de evaluación de accesibilidad se aplican diferentes métodos en la búsqueda de resultados confiables, pero esto es poco práctico debido al crecimiento constante de la web. Lo que aumenta la necesidad de mejorar los métodos de evaluación de manera continua y aportar en la mejora de la accesibilidad. Por lo que hay una demanda de futuras investigaciones y desarrollo de métodos para evaluación de accesibilidad web (Baazeem and Al-Khalifa 2015).

Los autores plantean, que con la aplicación de estándares generales no se garantiza la accesibilidad. Además, con métodos de evaluación orientados a verificar su cumplimiento, donde incluso se requiere de la aplicación de diferentes métodos para obtener resultados confiables y la necesidad de centrar los lineamientos y las evaluaciones en los usuarios con un amplio rango de discapacidades, se reafirma la necesidad de investigar en métodos

de evaluación de accesibilidad que busquen obtener resultados detallados e incluyentes para los usuarios de la web, especialmente para los que tienen condiciones de discapacidad.

A continuación, se presentan trabajos relacionados con propuesta de evaluación de accesibilidad web que tiene en cuenta las condiciones de discapacidad de los usuarios:

En (Pereira, Ferreira, and Archambault 2015) se identificaron barreras de accesibilidad para usuarios con discapacidad visual total, con el objetivo de realizar pruebas con este tipo de usuarios, ya que resaltan la falta de literatura que guíe la evaluación con usuarios que se caracterizan por tener algún tipo de discapacidad, y estas evaluaciones permiten identificar barreras de accesibilidad adicionales, que no son fácilmente identificadas por los validadores automáticos o por especialistas. El estudio proporciona un conjunto de recomendaciones que dan soporte al especialista que conduce las evaluaciones de accesibilidad con usuarios con discapacidad visual total, guiándolos a través de los principales problemas que deberían ser analizados; en el artículo también mencionan que puede servir de guía en el desarrollo de sitios web accesibles, donde los profesionales pueden enfocarse en los problemas más críticos.

WaaT (The web Accessibility Assessment Tool) es una herramienta de evaluación de accesibilidad que personaliza las evaluaciones de aplicaciones web usando Modelos de Usuarios Virtuales (VUMs) propuestos en el proyecto VERITAS EC FP7 con base en las WCAG 2.0 y los lineamientos de WAI-ARIA. La herramienta WaaT fue desarrollada basándose en la Metodología Armonizada Accesible (HAM - Accessible Harmonized Methodology). VUM VERITAS modela los usuarios con discapacidad, describe en detalle sus características físicas, cognitivas y conductuales, incluyendo posibles discapacidades, limitaciones funcionales, las tareas que se pueden ver afectadas o que pueden ser problemáticas debido a las discapacidades, así como el uso de tecnologías asistivas. HAM es una metodología que correlaciona varios tipos comunes de discapacidad, limitaciones funcionales y dispositivos asistivos con los lineamientos de las WCAG 2.0 (Kaklanis, Votis, and Tzovaras 2013).

En (Kaklanis, Votis, and Tzovaras 2013) como antecedentes presentan un framework para la evaluación de accesibilidad de páginas web con base en los requerimientos de usuarios

con discapacidades, usan el estándar de la W3C - Composite Capabilities/Personal Profiles (CC7PP) para describir las preferencias de los usuarios y el uso de tecnologías asistivas, mencionan que este trabajo es un acercamiento al uso de dichas tecnologías y su mapeo con las directrices de accesibilidad web, haciendo énfasis en que las limitaciones de interacción de los usuarios no son descritas suficientemente.

En (Bailey and Pearson 2012) presentan una aplicación web llamada Accessibility Evaluation Assistant (AEA) que es una herramienta de administración de conocimiento diseñada para asistir a los auditores novatos en un proceso de evaluación de accesibilidad web, apoyando la obtención de los conocimientos fundamentales de los principios de accesibilidad antes de utilizar las metodologías y herramientas de evaluación más avanzadas. Esta herramienta permite la evaluación en tres diferentes contextos, siendo uno de estos por grupo de usuario, basado en las necesidades de 10 diferentes tipos de discapacidades (por ejemplo, usuarios con lectores de pantalla o usuarios mayores), ya que los problemas de accesibilidad individuales pueden tener un mayor impacto en un grupo de usuarios comparado con otro. Clasifican los puntos de chequeo en críticos, importantes y menores en función del impacto relativo que podría tener al grupo de usuarios.

En (Arrue et al. 2007) se propone un framework para la administración de lineamientos (UGL -Guidelines Management Framework), para definirlos, editarlos y compartirlos en una herramienta de evaluación de accesibilidad. Esto permite centralizar un repositorio donde los lineamientos pueden ser obtenidos para personalizar el proceso de evaluación o para ser usados durante todo el proceso de desarrollo de una aplicación web. UGL contiene la información de las pautas de accesibilidad en diferentes niveles de abstracción. Contiene información como: el propietario, ambiente de aplicación (en general, dispositivos móviles, e-learning) y usuarios finales (personas con discapacidades en general, sordas, ciegas, personas mayores).

En (Moreno, Martínez, and Segura-bedmar 2015) proponen el método NLP que puede ser usado para evaluar o detectar los criterios de éxito de las WCAG 2.0 que son satisfechos y adicionalmente brinda una propuesta para la reparación del criterio de éxito. MAUVE es un software para la evaluación de accesibilidad y usabilidad de sitios web que permite seleccionar y actualizar los lineamientos a usar para evaluación de sitios web, formaliza

los lineamientos mediante lenguaje XML y permite verificar el código HTML y el CSS para detectar problemas de accesibilidad y es capaz de validar sitios web dinámicos con el uso de varios complementos para los navegadores más usados. MAUVE usa un lenguaje abstracto llamado Language for web Guideline Definition (LWGD) para la definición de los lineamientos y el lenguaje está separado de la lógica de evaluación. Con esta herramienta se puede seleccionar el lineamiento con el cual se prefiere realizar la validación y los resultados son arrojados en un archivo XML en el caso que la herramienta sea usada como una librería en otra aplicación. También permite seleccionar y recuperar la versión de un sitio web para determinado tipo de dispositivo.

La herramienta fue diseñada para validar una página de un sitio web a la vez, pero se podría validar el sitio web completo si la herramienta fuera usada como una librería, liberando un rastreador que al darle la URL generaría las cadenas con las URLs de las páginas web.

Social4all es una plataforma que permite resolver un conjunto de problemas de accesibilidad sin necesidad de modificar el código fuente original, identifica los principales problemas de accesibilidad de forma automática haciendo un análisis del sitio web y después proporciona un asistente al usuario para solucionar los problemas detectados. Esta plataforma está pensada en las personas con diferentes tipos de discapacidades, permitiendo crear un perfil de adaptación de cualquier sitio web. La evaluación de accesibilidad se realiza con base en los niveles A, AA y AAA de accesibilidad de las WCAG. Después de la evaluación la plataforma muestra una lista con los problemas de accesibilidad encontrados en la página, donde para cada problema muestra una descripción del lineamiento de accesibilidad que no se está cumpliendo, una explicación del problema y porque es importante y como el usuario puede arreglarlo. La participación del usuario es requerida para solucionar el problema de accesibilidad y la información requerida dependen del tipo de problema y las necesidades o preferencias del usuario. Cuando el usuario define una solución para un problema, éste es almacenado en una base de datos de forma automática donde cada solución es llamada adaptación y un conjunto de soluciones es llamado perfil de adaptación. Al usuario definir el perfil de adaptación para un sitio web, este estará disponible y listo para uso. Al abrir un perfil de adaptación el sitio web, el código original de la página web se abre en la plataforma y se crea una copia del

sitio web con las modificaciones asociadas al perfil de adaptación, para implementar estas modificaciones de usa JavaScript (Crespo, Espada, and Burgos 2016).

En (Brajnik 2009), el autor propone el método Barrier Walkthrough para realizar evaluación de accesibilidad teniendo en cuenta escenarios de evaluación, donde un escenario se compone de una categoría y un objetivo. La categoría representa una condición que genera necesidades particulares a un grupo de usuarios, estas condiciones van desde discapacidades específicas como ceguera, baja visión, sordera, hasta necesidades orientadas a otros factores como dispositivos móviles, tecnologías asistivas, calidad del servicio de internet, habilidades de los usuarios, etc., y para cada categoría se deben establecer las barreras que son relevantes. El objetivo representa lo que el usuario quiere hacer cuando usa el sitio web y para esto se deben tener en cuenta las diferentes tareas y páginas que intervienen en el cumplimiento del objetivo.

La evaluación consiste, en establecer de acuerdo con el escenario a evaluar, la severidad que tiene cada barrera de la categoría en el cumplimiento del objetivo. Para estimar la severidad de la barrera, el autor propone considerar el impacto en la efectividad, productividad, satisfacción o seguridad de un usuario que está realizando las tareas (en una escala del 1 al 3) y la persistencia con la que esta barrera aparece mientras se ejecutan las tareas necesarias para cumplir el objetivo (en una escala del 1 al 3). La severidad permite clasificar la barrera como crítica (3), significativa (2) o menor (1), para lo cual se debe usar la Tabla 3-2

Tabla 3-2: Como computar la severidad

| Impacto | Persistencia | Severidad |
|---------|--------------|--------------|
| 1 | 1 | Menor |
| 1 | 2 | Menor |
| 1 | 3 | Significante |
| 2 | 1 | Significante |
| 2 | 2 | Significante |
| 2 | 3 | Crítica |
| 3 | 1 | Crítica |
| 3 | 2 | Crítica |
| 3 | 3 | Crítica |

Fuente: adaptación (Brajnik 2009)

El método evalúa las barreras individualmente y califica el sitio según estos valores. La evaluación es completamente manual y subjetiva.

Trabajos como los de (Sirithumgul, Suchato, and Punyabukkana 2009) y (Acosta-Vargas, Antonio Salvador-Ullauri, and Lujan-Mora 2019) han propuesto mejoras a *Barrier Walkthrough*; el primero introduciendo checkpoints basados en las WCAG y otros mecanismos para los cálculos. Los autores del segundo trabajo especifican otra forma de obtener los puntajes de persistencia e impacto y encontrar los valores de severidad de la barrera para determinar el nivel de accesibilidad de cualquier sitio web.

A partir de la revisión se puede apreciar que hay algunos acercamientos a la evaluación de accesibilidad por tipos de discapacidad, uno de ellos es el propuesto en la aplicación WaaT. Sin embargo, está directamente ligado a verificar el cumplimiento de dos tipos de lineamientos. Otro es AEA, que hace una evaluación por tipos de discapacidad, pero su objetivo es apoyar el proceso de formación de los auditores novatos, reforzando los principios de accesibilidad. Los otros trabajos tienen enfoques diferentes, uno identifica los problemas más críticos para los usuarios con discapacidad visual total para que éstos sirvan de guía al momento de realizar pruebas con usuarios con esta discapacidad y el otro es un repositorio de lineamientos de accesibilidad web que los organiza por diferentes categorías, incluidas entre ellas los tipos de discapacidades, pero no propone ningún método de evaluación, aunque el repositorio puede ser usado durante un proceso de evaluación de accesibilidad web como elemento de consulta. En la revisión anterior se aprecia que en general, las propuestas no están específicamente enfocadas a la evaluación de accesibilidad por tipos de discapacidad y en aquellos trabajos que lo hacen dejan abiertos espacios para esta Tesis.

3.3 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se presentó la revisión de literatura realizada para identificar la problemática existente y propuestas orientadas a procesos evaluación de accesibilidad web teniendo en cuenta las necesidades de accesibilidad web por tipos de discapacidad.

Gracias a la revisión de literatura, se puede concluir que, si bien hay propuestas que buscan realizar procesos de evaluación atendiendo a las necesidades de accesibilidad web de determinada población, no hay un método totalmente aceptado y varios están sujetos a la percepción subjetiva del evaluador, lo que no permite llevar a cabo un proceso sistemático de evaluación de accesibilidad.

4. Modelo propuesto para evaluación de accesibilidad web

La evaluación de accesibilidad requiere de un proceso sistemático que permita reflejar a través de sus resultados, la realidad del sitio web evaluado. Los usuarios, dependiendo de su condición de discapacidad, requieren que los sitios web cuenten con ciertas características para que ellos puedan usarlas. Estas características varían dependiendo de la discapacidad y sin su implementación se pueden generar barreras, limitando o restringiendo el acceso a información o los servicios disponibles en un sitio web.

Muchas propuestas para realizar evaluación de accesibilidad son generales, analizando el cumplimiento de pautas y lineamientos que buscan cubrir las necesidades de todos los usuarios. Sin embargo, se ha identificado en la literatura y a partir de experiencias previas, que, de acuerdo con el tipo de discapacidad de cada usuario, los problemas y barreras con las que podrían encontrarse en un sitio web cambian.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone un modelo de evaluación de accesibilidad orientado por tipos de discapacidad, que permite evaluar un sitio web de acuerdo con un perfil de discapacidad que contempla no solo las características del tipo de discapacidad, sino también las tecnologías asistivas usadas para su interacción con el sitio web. En este capítulo se presenta la conceptualización del modelo propuesto, los elementos que lo componen y el proceso de evaluación establecido para calcular el nivel de accesibilidad del sitio web para un perfil evaluado.

4.1 Antecedentes

Con el fin de analizar desde una perspectiva más práctica la forma como se realizan los procesos de evaluación de accesibilidad web y sus resultados, se llevaron a cabo varios procesos de evaluación los cuales fueron presentados en (Orozco, A., Tabares, V., Duque 2018), (Orozco, A., Tabares, V., Duque 2016a) y (Orozco, A., Tabares, V., Duque 2016b).

En estos trabajos fueron identificadas barreras para usuarios con perfiles concretos, como es el caso de personas con discapacidad visual total que requerían de un lector de pantalla para interactuar con un sitio web. Fueron ejecutadas evaluaciones utilizando herramientas de validación automática que analizan el cumplimiento de las WCAG 2.0 y pruebas con usuarios.

Entre las principales conclusiones a las que se llegó, está que a pesar de que los resultados con los validadores automáticos son positivos en cuanto al nivel de accesibilidad de algunos de los sitios web evaluados, cuando un usuario verifica estos resultados a través de su interacción, se encuentra con barreras que no han sido tenidas en cuenta o que las técnicas para su solución están implementadas, pero no de manera correcta.

Estos procesos de evaluación con usuarios, dan soporte a lo identificado previamente en la literatura, que demuestran la necesidad de iniciativas que permitan hacer un proceso de evaluación de accesibilidad más acorde a las necesidades concretas de los usuarios.

4.2 Conceptualización del modelo

Con el fin de identificar los problemas de accesibilidad de un sitio web de acuerdo con las características y necesidades de un usuario con determinada discapacidad, se propone un modelo en el que se realiza la evaluación para perfiles específicos, determinando las barreras a ser analizadas y que deberían eliminarse para lograr que el sitio web sea accesible para usuarios asociados con el perfil en evaluación.

De los enfoques de evaluación identificados previamente, el modelo propuesto se enmarca en “Evaluación orientada por características y/o necesidades específicas de los usuarios”. Esto se debe a que la propuesta no busca definir mecanismos que sólo contemplen

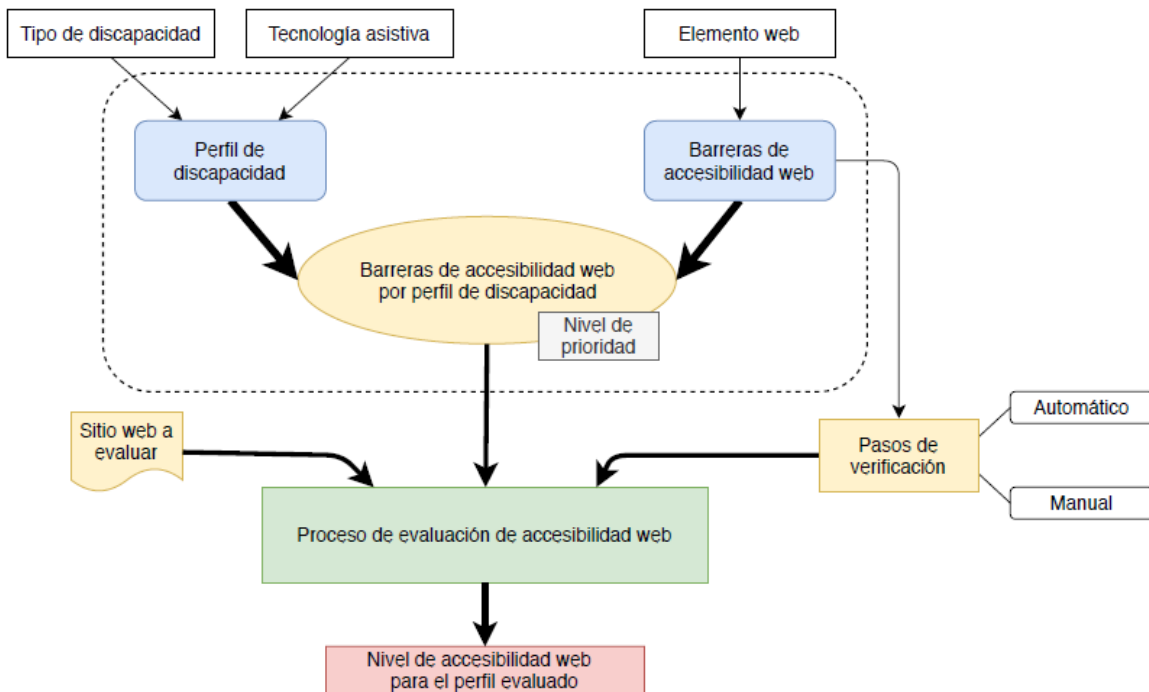
lineamientos de forma general, sino analizar las pautas establecidas y clasificar las barreras de acuerdo con el o los perfiles de usuarios que se vean afectados por dicha barrera. El modelo está orientado a reconocer la amplia diversidad de los usuarios y analizar el nivel de accesibilidad del sitio web teniendo en cuenta estas necesidades concretas, para identificar la existencia de barreras que deberían ser eliminadas para ofrecer acceso real a los recursos y contenidos disponibles.

Orientar el modelo de evaluación de accesibilidad por perfiles de discapacidad permite reconocer las necesidades propias de usuarios con un tipo de discapacidad. Además, incluir las tecnologías de asistencia que se utilizan para la interacción con los sitios web, permite llegar a resultados más precisos en la identificación de barreras que impiden el acceso, disminuyendo el nivel de accesibilidad del sitio en evaluación para un perfil determinado.

Establecer las barreras de accesibilidad web que realmente son importantes para un determinado perfil de discapacidad y el impacto que cada barrera tiene sobre este, es la base del modelo propuesto. Esta base corresponde a la materia prima que marca la diferencia entre una evaluación desarrollada de forma tradicional, evaluando el cumplimiento de un lineamiento, y una evaluación desarrollada teniendo en cuenta características y/o necesidades específicas de los usuarios, como lo hace el modelo propuesto.

En la Figura 4-1 se representa gráficamente el modelo propuesto, donde se muestran los diferentes elementos que lo componen y la forma como estos elementos se relacionan. Es importante resaltar que a través del modelo propuesto se podría realizar la evaluación de accesibilidad de cualquier sitio web, analizándolo para cualquier tipo de discapacidad. Una vez se han identificado los diferentes elementos que se requieren y definido algunos parámetros que se detallarán más adelante, es posible ejecutar el proceso de evaluación y obtener como resultado el nivel de accesibilidad de un sitio web, pero de acuerdo con el perfil específico para el que se aplicó la evaluación.

Figura 4-1: Modelo propuesto



Fuente: elaboración propia

El modelo propuesto tiene cuatro componentes principales que son: *el perfil de discapacidad*, que define el objetivo del proceso de evaluación, que es establecer el nivel de accesibilidad del sitio web evaluado para el perfil de discapacidad que se seleccione. Para definir este perfil de discapacidad es necesario asociar un tipo de discapacidad y una tecnología asistiva, aunque se puede dar el caso que el tipo de discapacidad no requiera una tecnología asistiva, lo que se especificaría también en el perfil.

Otro componente son *las barreras de accesibilidad web*, que dentro del modelo tienen un elemento web asociado y de la implementación de dicho elemento dependerá que la barrera de accesibilidad exista o no dentro de un sitio web. Estas barreras son un conjunto de todas las barreras que se pueden encontrar dentro de un sitio web sin ningún tipo de clasificación. Para un perfil de discapacidad específico se definen las barreras de accesibilidad web que lo afectan, dando origen al componente *barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad*. También es necesario definir el impacto que cada barrera tiene para dicho perfil.

Finalmente, el componente *proceso de evaluación de accesibilidad web*, es donde se calcula el nivel de accesibilidad de un sitio web definido por el evaluador teniendo en cuenta las barreras de accesibilidad web asociadas al perfil de discapacidad seleccionado. Para este proceso se ejecutan los pasos de verificación que cada barrera tiene, los cuales deben ser revisados para determinar si la barrera está presente en el sitio web o no. Con la verificación de los pasos de cada barrera y su nivel de prioridad asociado de acuerdo con el perfil en evaluación, se calcula el nivel de accesibilidad del sitio web evaluado.

A continuación, se detallan los componentes del modelo propuesto:

4.2.1 Perfil de discapacidad

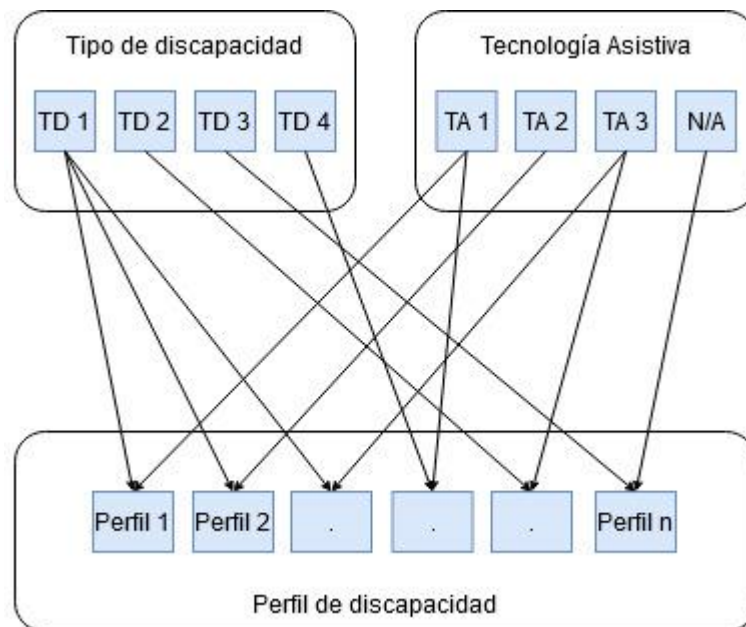
Dentro del modelo de evaluación de accesibilidad web propuesto, un perfil de discapacidad corresponde a la asociación de un tipo de discapacidad y una tecnología asistiva. Un usuario con determinado tipo de discapacidad tiene requerimientos específicos respecto a la forma como se implementan los diferentes elementos de un sitio web. Además, al usar una tecnología asistiva se requiere el cumplimiento de algunas características necesarias para un adecuado funcionamiento. Estos elementos que componen un perfil de discapacidad se describen a continuación:

- **Tipo de discapacidad:** se refiere a un conjunto de características particulares asociada con la forma como un usuario ve limitada su percepción de la información y control sobre los medios para su transmisión. Para la definición de los tipos de discapacidad se detalla teniendo en cuenta la forma como cambia el proceso de interacción de los usuarios con el computador o dispositivo utilizado para acceder a un sitio web. A continuación, se listan algunos tipos de discapacidad que podrían ser tenidos en cuenta para la evaluación de accesibilidad con el modelo propuesto:
 - Visual – Persona ciega.
 - Visual – Persona con baja visión.
 - Auditiva – Persona sorda usuaria de lengua de señas (monolingüe).
 - Auditiva – Persona sorda usuaria de lengua escrita (español).
 - Motriz – Persona sin miembros superiores.

- **Tecnología asistiva:** corresponde un elemento de hardware o software que facilita la interacción o acceso a la información disponible en un sitio web. El uso de una tecnología asistiva depende de la discapacidad del usuario y sus necesidades concretas. A continuación, se listan algunas tecnologías asistivas que podría ser tenidas en cuenta:
 - Lector de pantalla.
 - Magnificador de pantalla.
 - Línea de braille.
 - Teclado adaptado.
 - Mouse de boca.

En la Figura 4-2 se presenta el esquema donde se relacionan de forma general los tipos de discapacidad con las tecnologías asistivas, conformando el perfil de discapacidad. Se resalta que un tipo de discapacidad puede hacer parte de un perfil o varios, al igual que una tecnología asistiva. En esta figura se muestra dentro de la tecnología asistiva la opción N/A (no aplica) que se utilizaría para establecer que el perfil de discapacidad no incluye alguna tecnología asistiva.

Figura 4-2: Perfil de discapacidad - estructura general

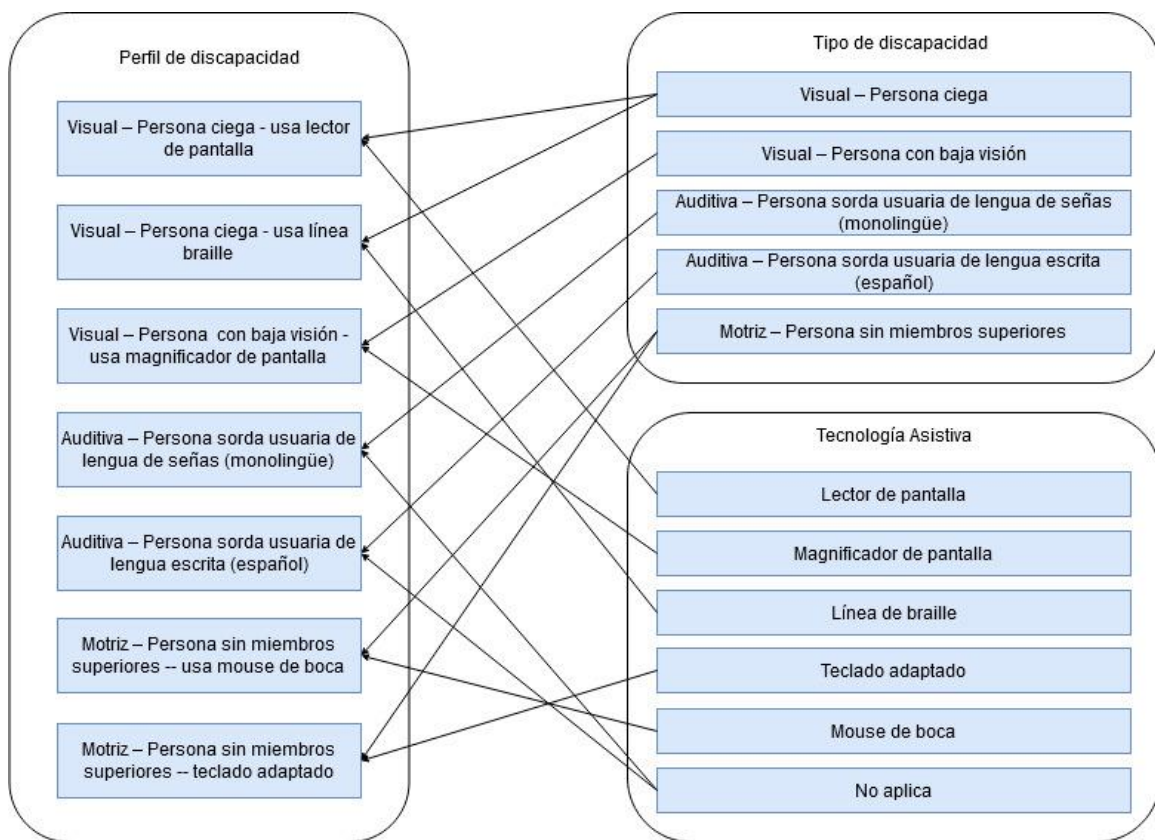


Fuente: elaboración propia

En la Figura 4-2 se representan cuatro diferentes tipos de discapacidad y cuatro alternativas para tecnología asistiva, pero esto es solo un ejemplo, el modelo se puede alimentar con la cantidad de tipos de discapacidad y de tecnologías asistivas que se requiera. Esto también aplica para los perfiles de discapacidad, ya que pueden establecerse todos los necesarios para realizar las diferentes evaluaciones.

Para dar más claridad a la forma como se establecen los perfiles de discapacidad, en la Figura 4-3 se presentan ejemplos a partir de las listas presentadas previamente en la definición de tipo de discapacidad y tecnología asistiva.

Figura 4-3: Perfil de discapacidad - ejemplo



Fuente: elaboración propia

En la Figura 4-3 se representa visualmente cómo se forman siete perfiles de discapacidad con base en cinco tipos de discapacidad y seis tecnologías asistivas (que en realidad son cinco ya que una es la opción “No aplica”). En resumen, dos perfiles se formaron con base en el tipo de discapacidad Visual-Persona ciega, aunque cada perfil tiene tecnología

asistiva diferente, un perfil usa el lector de pantalla y el otro usa la línea de braille, quedando así, perfil de discapacidad Visual-Persona ciega -usa lector de pantalla y perfil de discapacidad Visual-Persona ciega -usa línea braille. Dos perfiles se formaron con base en el tipo de discapacidad Motriz-Persona sin miembros superiores, aunque cada perfil tiene tecnología asistiva diferente, uno usa un teclado adaptado y el otro usa mouse de boca, quedando así, perfil de discapacidad Motriz-Persona sin miembros superiores -usa teclado adaptado y perfil de discapacidad Motriz-Persona sin miembros superiores -usa mouse de boca. Dos perfiles de discapacidad no usan tecnologías asistivas, que son Auditiva-Persona sorda usuaria de lengua de señas(monolingüe) y Auditiva-Persona sorda usuaria de lengua escrita(español) y el último perfil de discapacidad está conformado por el tipo de discapacidad Visual-Persona con baja visión y por la tecnología asistiva Magnificador de pantalla, quedando así Visual-Persona con baja visión – usa magnificador de pantalla.

4.2.2 Barreras de accesibilidad web

Una barrera de accesibilidad web corresponde a la implementación inadecuada de elementos que limitan o impiden la interacción de un usuario con el contenido o los servicios disponibles en un sitio web. La falta de implementación de algún elemento también puede constituir una barrera de accesibilidad para algún perfil de discapacidad.

Como se establece en la definición de barrera de accesibilidad web adoptada en esta propuesta, una barrera está asociada a la mala implementación de un elemento o a la falta de este, por lo tanto, para cada barrera es necesario identificar ese elemento, que dentro del modelo llamaremos **elemento web** y que tiene varias características que deben ser identificadas, ya que serán requeridas durante el proceso de evaluación que se propone en este modelo.

Un **elemento web** es un recurso dentro de un sitio web que permite mostrar información al usuario, cada recurso tiene diferentes características y de su adecuada implementación depende que el recurso sea accesible. Un elemento web puede estar implementado una vez o más, lo cual debe identificarse en la definición de la barrera de accesibilidad relacionada.

Algunos elementos web siempre deberían estar implementados y cuando no lo están implica una barrera de accesibilidad web, lo que los convierte en elementos de obligatoria implementación. Otros elementos, pueden o no estar implementación, ya que el usuario puede usar una u otra alternativa para mostrar o solicitar información en la página, lo que hace que la implementación de ciertos recursos sea opcional.

Para la definición de las barreras que se tendrían en cuenta para realizar un proceso de evaluación de accesibilidad, es necesario hacer un análisis de los diferentes lineamientos y pautas de accesibilidad existentes, identificar las características y necesidades de los usuarios para los que se realizará la evaluación y contar con el criterio de expertos, tanto en el área de desarrollo web como de accesibilidad.

En la Tabla 4-1 se presenta un ejemplo de la definición de cuatro barreras de accesibilidad, donde cada barrera tiene un elemento web asociado y para cada una se identifica si la implementación del elemento web es obligatorio u opcional, si debe estar implementado una vez y en la última columna se explica brevemente por qué el elemento web es obligatorio u opcional.

Tabla 4-1: Barreras de accesibilidad - ejemplo

| Barrera de accesibilidad web | Elemento web | Implementación | Una vez | Explicación |
|---|-----------------------|----------------|---------|--|
| El título de la página presenta problemas | Título | Obligatoria | Si | Toda página debe tener un título |
| No se define el lenguaje principal de la página en el HTML | Texto-idioma | Obligatoria | Si | Toda página debe tener marcado el idioma principal del texto de la página |
| La página tiene secciones de texto en idioma diferente al principal y no se marca el cambio de idioma | Texto-idiomaDiferente | Opcional | No | La página puede tener o no secciones de texto en otro idioma diferente al principal. |
| Imagen sin texto descriptivo | Imagen | Opcional | No | Las páginas pueden o no tener imágenes |

Fuente: elaboración propia

Una vez se han definido los diferentes perfiles de discapacidad que se tendrán en cuenta para la evaluación de accesibilidad y se han detallado las barreras que serán identificadas, se establecen las barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad.

4.2.3 Barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad

Para definir las barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad se debe seleccionar el perfil de discapacidad para el que se realizará la evaluación y las barreras que tiene impacto sobre este perfil. Debido a que pueden existir barreras de accesibilidad web comunes y diferentes entre los perfiles de discapacidad, y a que las barreras comunes pueden ser más relevantes para un perfil que para otro, se establece un nivel de prioridad para cada barrera.

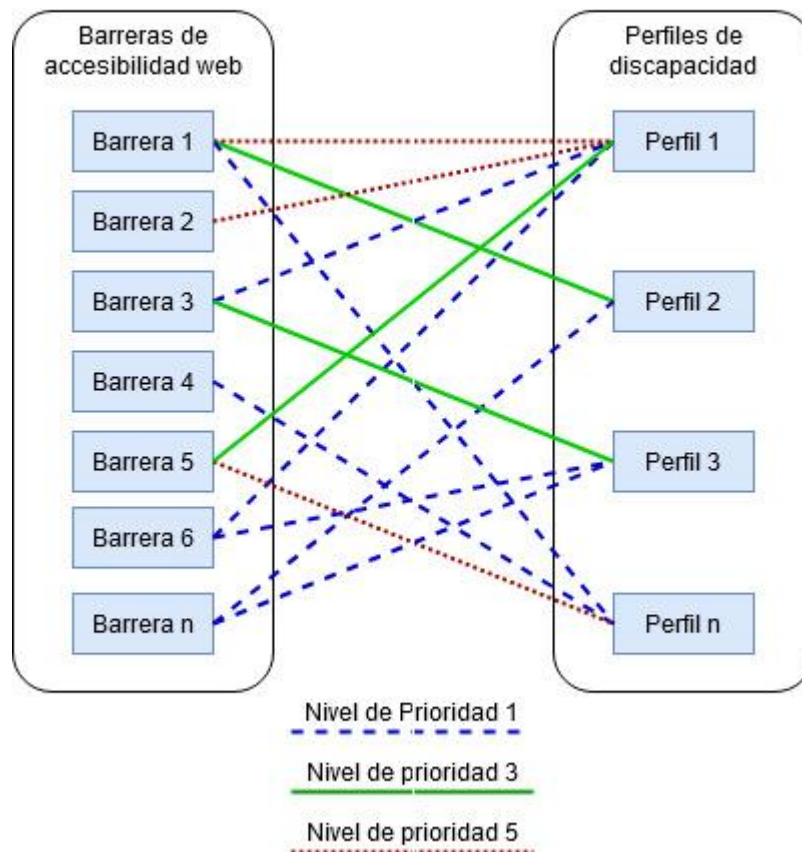
El nivel de prioridad de una barrera de accesibilidad web para un perfil de discapacidad corresponde a un valor numérico que puede ser 5, 3 o 1, buscando representar el impacto que tendría la existencia de la barrera para ese perfil de discapacidad. Si se define un nivel de prioridad de 5, quiere decir que en caso de que esa barrera exista dentro del sitio web en evaluación, tendrá un mayor impacto negativo para un usuario dentro del perfil en análisis.

Los niveles de prioridad fueron establecidos a partir del análisis de diferentes procesos de evaluación de accesibilidad y encuesta realizada a un grupo de expertos en accesibilidad web, evaluando el impacto negativo que tiene en un perfil de discapacidad las diferentes barreras de accesibilidad. A continuación, se describe el significado asignado a cada uno de estos niveles de prioridad:

- **Nivel 1:** impacto negativo bajo, hace difícil el acceso, pero no niega el acceso a usuarios con ese perfil.
- **Nivel 3:** impacto negativo medio, genera problemas, pero el usuario puede seguir teniendo acceso a la información, aunque con ciertas restricciones.
- **Nivel 5:** impacto negativo alto, la barrera evita el acceso la información para usuarios con ese perfil.

En la Figura 4-4, se presenta el esquema donde se relacionan de forma general la barrera de accesibilidad con el perfil de discapacidad, conformando las barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad. Para relacionar la barrera y el perfil se usa una línea entrecortada de color azul que significa que para ese perfil de discapacidad la barrera tiene un nivel de prioridad 1, una línea continua de color verde que significa que para ese perfil de discapacidad la barrera tiene un nivel de prioridad 3, y una línea punteada de color rojo que significa que para ese perfil de discapacidad la barrera tiene un nivel de prioridad 5.

Figura 4-4: Barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad - estructura general



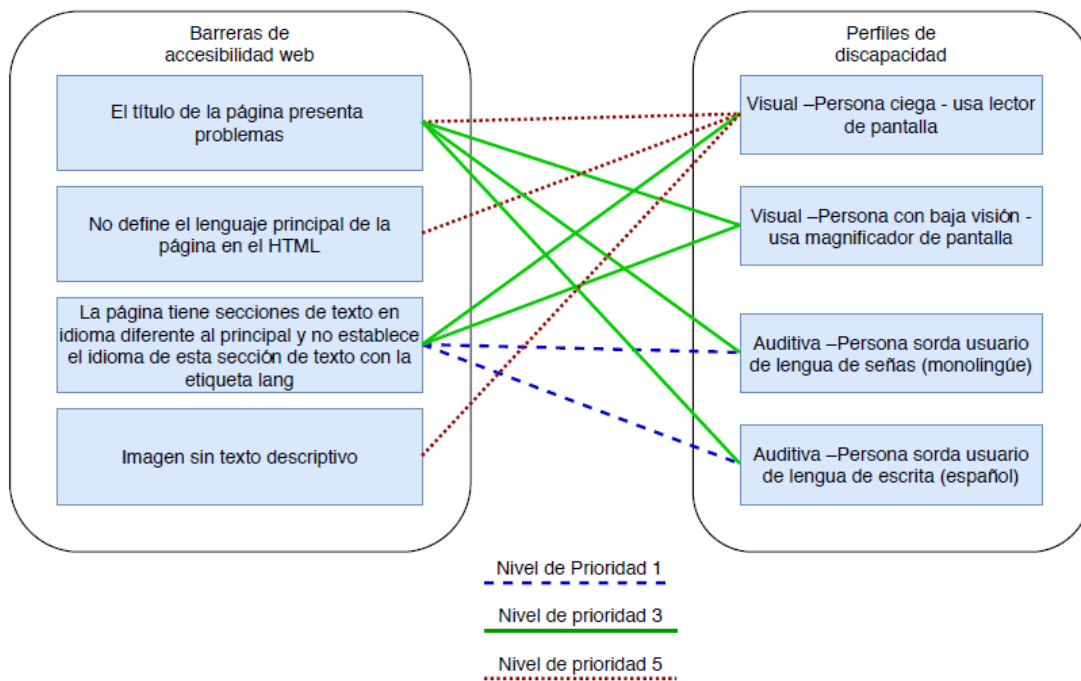
Fuente: elaboración propia

En la Figura 4-4 podemos ver que existen cuatro perfiles de discapacidad y siete barreras de accesibilidad web:

- El perfil 1 tiene asociadas 5 barreras, dos con nivel de prioridad 5, dos con nivel de prioridad 1 y la última barrera con nivel de prioridad 3.
- El perfil 2 tiene asociadas 2 barreras, una con nivel de prioridad 1 y la otra con nivel de prioridad 3.
- El perfil 3 tiene asociadas 3 barreras, dos con nivel de prioridad 1 y la última con nivel de prioridad 3.
- El perfil 4 tiene asociadas 3 barreras, dos con nivel de prioridad 1 y la última con nivel de prioridad 5.

Para dar más claridad a la formación las barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad, en la Figura 4-5 se presentan las barreras de ejemplo usadas en la sección barreras de accesibilidad web y cuatros perfiles de discapacidad usados en la sección correspondiente.

Figura 4-5: Barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad - ejemplo



Fuente: elaboración propia

En la Figura 4-5 se presentan cuatro perfiles de discapacidad y cuatro barreras de accesibilidad web, que se listan a continuación:

Perfiles de discapacidad

Perfil 1: Visual – Persona ciega - usa lector de pantalla

Perfil 2: Visual – Persona con baja visión - usa magnificador de pantalla

Perfil 3: Auditiva – Persona sorda usuario de lengua de señas (monolingüe)

Perfil 4: Auditiva – Persona sorda usuario de lengua escrita (español)

Barreras de accesibilidad web

Barrera 1 (B1): El título de la página presenta problemas.

Barrera 2 (B2): No define el lenguaje principal de la página en el HTML.

Barrera 3 (B3): La página tiene secciones de texto en idioma diferente al principal y no establece el idioma de esta sección de texto con la etiqueta Lang.

Barrera 4 (B4): Imagen sin texto descriptivo.

En la definición de las barreras de accesibilidad web por perfil de discapacidad, se tendrían los siguientes niveles de prioridad.

- El perfil 1 tiene asociadas 4 barreras, tres con nivel de prioridad 5 (B1, B2 y B4) y una con nivel de prioridad 3 (B3).
- El perfil 2 tiene asociadas 2 barreras, las dos con nivel de prioridad 3 (B1 y B2).
- El perfil 3 tiene asociadas 2 barreras, una con nivel de prioridad 3 (B1) y la otra con nivel de prioridad 1 (B3).
- El perfil 4 tiene asociadas 2 barreras, una con nivel de prioridad 3 (B1) y la otra con nivel de prioridad 1 (B3).

4.2.4 Proceso de evaluación de accesibilidad web

Como se mencionó previamente, la evaluación de accesibilidad requiere de un proceso sistemático que permita reflejar a través de sus resultados, la realidad del sitio web evaluado. En este módulo, se establece la secuencia y las reglas que guían la evaluación, definiendo así un proceso sistemático que permite determinar el nivel de accesibilidad de un sitio web para un perfil de discapacidad definido.

Se define un mecanismo para unir la evaluación manual y automática bajo una estructura guiada, que consiste en separar la evaluación de la barrera de accesibilidad en varios pasos, que se denominan **pasos de verificación**, y son los que se pueden capturar de forma automática o se tiene que evaluar de forma manual. Para su definición se debe contar con el criterio de expertos tanto en el área de desarrollo web como de accesibilidad, además pueden servir no sólo en el proceso de evaluación, sino también durante la construcción de un sitio web.

Los **pasos de verificación** representan el paso a paso necesario para identificar si una barrera de accesibilidad web está o no presente en el sitio en evaluación. Cada paso indica características con las que debería contar el elemento asociado a la barrera para brindar accesibilidad al usuario.

Es importante aclarar que el modelo busca brindar una alternativa para unir dos evaluaciones diferentes como son la evaluación automática y la manual. Cuando se dice “se pueden verificar de forma automática” significa que este paso se puede o no capturar de manera automática, porque también se puede evaluar de forma manual, eso dependerá de la implementación que haga quien use este modelo para construir una herramienta de evaluación y cuando se dice “se tiene que verificar de forma manual” significa que este paso requiere de la intervención humana, no hay forma hasta el momento, de que una máquina pueda tomar esa decisión.

En la Tabla 4-2 se muestran como ejemplo cuatro barreras y los pasos de verificación necesarios para evaluar la existencia de cada una de ellas dentro de un sitio web en evaluación.

Tabla 4-2: Pasos de verificación - Barreras de accesibilidad web - ejemplo

| N° | Barrera de accesibilidad web | Verificación | N° Paso | Paso de verificación |
|----|---|--------------|---------|---|
| B1 | El título de la página presenta problemas | Automática | 1 | La página web tiene título |
| | | Manual | 2 | El título es relevante para el contenido de la página |
| | | Manual | 3 | El título tiene sentido fuera de contexto |
| | | Manual | 4 | El título no contiene siglas |

| N° | Barrera de accesibilidad web | Verificación | N° Paso | Paso de verificación |
|----|--|--------------|---------|---|
| | | Automática | 5 | El título tiene más de 10 caracteres |
| | | Automática | 6 | El título no tiene más de 80 caracteres |
| | | Manual | 7 | El título incluye el nombre del sitio web |
| | | Manual | 8 | No se identificó el nombre usado en otra página dentro de este mismo sitio web |
| B2 | No define el lenguaje principal de la página en el HTML | Automática | 1 | La etiqueta <html> tiene el atributo lang. |
| | | Manual | 2 | El valor del atributo lang se ajusta y refleja el idioma principal utilizado en la página web. |
| B3 | La página tiene secciones de texto en idioma diferente al principal y no establece el idioma de esta sección de texto con la etiqueta lang | Automática | 1 | Hay texto con lenguaje diferente al idioma principal en la página. |
| | | Automática | 2 | La sección de texto tiene la etiqueta lang |
| | | Manual | 3 | El valor del atributo lang se ajusta y refleja el idioma de la sección de texto. |
| | | Manual | 4 | Texto con diferencias en la fuente que marque el cambio de idioma. |
| B4 | Imagen sin texto descriptivo | Automática | 1 | Hay imágenes |
| | | Automática | 2 | Imagen tiene texto descriptivo - buscar dentro de la etiqueta img el atributo alt |
| | | Manual | 3 | El texto alternativo corresponde a una descripción correcta de la imagen (si la imagen contiene texto, éste está incluido en el texto descriptivo). |

Fuente: elaboración propia

De las cuatro barreras de accesibilidad web presentadas en la Tabla 4-2, B1 requiere de ocho pasos de verificación de los cuales tres son automáticos y 5 manuales, B2 requiere de dos pasos de verificación uno automático y el otro manual, B3 requiere de cuatro pasos de verificación dos automáticos y dos manuales, B4 requiere de tres pasos de verificación dos automáticos y uno manual.

Para establecer el nivel de accesibilidad de un sitio web para un perfil de discapacidad se requiere evaluar todas las barreras asociadas a dicho perfil de discapacidad. Una vez definidas las barreras por perfil de discapacidad y los pasos de verificación necesarios para

establecer la existencia de la barrera, se ejecuta el proceso de evaluación de cada barrera, el cual se describe a continuación.

Al iniciar la evaluación de una barrera de accesibilidad se deben listar los pasos de verificación que son necesarios para establecer su existencia, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. El primer paso de cada barrera consiste en identificar si el elemento web asociado a la barrera está implementado en el sitio web evaluado (Sí está implementado: 1 – No esta implementado: 0).
2. Si el elemento asociado no está implementado, pero su implementación es opcional, esta barrera se descarta, no se evalúa y no afectará de ninguna forma el nivel de accesibilidad. Si su implementación es obligatoria, no es necesario revisar los pasos de verificación restantes, el cálculo de evaluación de la barrera será cero y este se tendrá en cuenta para el cálculo del nivel de accesibilidad.
3. Si el elemento web asociado sí está implementado y solo puede estar implementado una vez, se continua con la revisión de los pasos de verificación, al evaluar el paso el resultado puede ser 1: si cumple el paso, 0: no cumple el paso, null: no aplica; si el elemento web puede estar implementado más de una vez, por cada elemento implementado se preguntan los pasos de verificación.

Para calcular la evaluación de la barrera se propone la Ecuación (4.1), que tiene en cuenta el resultado de la revisión de todos los pasos que intervienen en la evaluación de la barrera y la cantidad de elementos que son evaluados.

$$EvaluaciónBarrera = \frac{\sum_{j=1}^C \frac{\sum_{i=1}^P Ep_{ji}}{P}}{C} \quad (4.1)$$

Donde:

C: cantidad de elementos asociados a la barrera que están implementados en la página en evaluación (**C** puede ser igual o mayor a uno).

j: índice que identifica cada elemento de los implementados en la página en evaluación (**j** toma valores de 1 hasta **C**).

P: es la cantidad de pasos de verificación que componen la barrera menos uno (porque el primer paso de cada barrera no se incluye, porque consiste en identificar si el elemento web asociado a la barrera esta implementado en el sitio web evaluado - **P** puede ser igual o mayor a uno).

i : es el índice que identifica cada paso de verificación asociado con el elemento j (i toma valores de 1 hasta P).

E_{pj} : es el resultado de la revisión del paso i para el elemento j (E_{pj} toma valores - 1, 0 o null).

La Ecuación (4.1) propuesta para calcular la *EvaluaciónBarrera* arroja un resultado entre 0 y 1, donde:

- *EvaluaciónBarrera*= 0 o *EvaluaciónBarrera* < 1 corresponde a la existencia de la barrera en el sitio web, cuando es cero la barrera es total y cuando es menor a uno significa que hacen falta cumplir con algunas características para que la barrera desaparezca.
- *EvaluaciónBarrera*= 1 corresponde a la inexistencia de la barrera en el sitio web evaluado.

Para dar claridad a este proceso de evaluación de cada barrera de accesibilidad, en la Tabla 4-3 se aplica la evaluación de las barreras asociadas al Perfil 1: *Visual - Persona ciega – usa lector de pantalla* que se han usado en ejemplos anteriores. Para cada paso de verificación se establece a nivel de ejemplo su evaluación, que puede ser para uno o varios elementos.

Tabla 4-3: Evaluación barreras - ejemplo

| N° | Barrera de accesibilidad web | Elemento web | Implementación | Una vez | Verificación | N° Paso | Paso de verificación | Evaluación |
|----|---|--------------|----------------|---------|--------------|---------|---|------------|
| B1 | El título de la página presenta problemas | Título | Obligatoria | Si | A | 1 | La página web tiene título | 1 |
| | | | | | M | 2 | El título es relevante para el contenido de la página | 1 |
| | | | | | M | 3 | El título tiene sentido fuera de contexto | 1 |
| | | | | | M | 4 | El título no contiene siglas | 0 |
| | | | | | A | 5 | El título tiene más de 10 caracteres | 1 |
| | | | | | A | 6 | El título no tiene más de 80 caracteres | 0 |

| N° | Barrera de accesibilidad web | Elemento web | Implementación | Una vez | Verificación | N° Paso | Paso de verificación | Evaluación | |
|----|--|-----------------------|----------------|---------|--------------|---------|---|------------|-----------|
| | | | | | | | | E1 | E2 |
| | | | | | M | 7 | El título incluye el nombre del sitio web | 0 | |
| | | | | | M | 8 | No se identificó el nombre usado en otra página dentro de este mismo sitio web | 1 | |
| B2 | No define el lenguaje principal de la página en el HTML | Texto-idioma | Obligatoria | Si | A | 1 | La etiqueta <html> tiene el atributo lang. | 0 | |
| | | | | | M | 2 | El valor del atributo lang se ajusta y refleja el idioma principal utilizado en la página web. | | |
| B3 | La página tiene secciones de texto en idioma diferente al principal y no establece el idioma de esta sección de texto con la etiqueta lang | Texto-idiomaDiferente | Opcional | No | A | 1 | Hay texto con lenguaje diferente al idioma principal en la página. | 0 | |
| | | | | | A | 2 | La sección de texto tiene la etiqueta lang | | |
| | | | | | M | 3 | El valor del atributo lang se ajusta y refleja el idioma de la sección de texto. | | |
| | | | | | M | 4 | Texto con diferencias en la fuente que marque el cambio de idioma. | | |
| | | | | | | | | E1 | E2 |
| B4 | Imagen sin texto descriptivo | Imagen | Opcional | No | A | 1 | Hay imágenes | 1 | 1 |
| | | | | | A | 2 | Imagen tiene texto descriptivo - buscar dentro de la etiqueta img el atributo alt | 1 | 1 |
| | | | | | M | 3 | El texto alternativo corresponde a una descripción correcta de la imagen (si la imagen contiene texto, éste está incluido en el texto descriptivo). | 0 | 1 |

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 4-3 en la columna evaluación se recopilaban los resultados de verificación de los pasos de cada barrera (en esta columna para la B4 se divide en dos columnas porque

se evaluaron 2 elementos web (dos imágenes), donde, la columna E1 tiene los resultados de la evaluación del elemento 1, la columna E2 tiene los resultados de la evaluación del elemento 2. A continuación, se usarán estos datos para calcular la evaluación de cada una de las barreras usadas como ejemplo, aplicando la Ecuación (4.1).

Evaluación barrera B1: el elemento web asociado a esta barrera es obligatorio y solo puede ser implementado una vez, por lo tanto, aplicando la Ecuación (4.1) la evaluación de la barrera se calcularía así:

$$EvaluaciónBarrera B1 = \frac{\sum_{j=1}^1 \frac{\sum_{i=1}^7 Ep_{ji}}{7}}{1}$$

$$EvaluaciónBarrera B1 = \frac{\frac{Ep_{11} + Ep_{12} + Ep_{13} + Ep_{14} + Ep_{15} + Ep_{16} + Ep_{17}}{7}}{1}$$

$$EvaluaciónBarrera B1 = 0,57$$

Donde:

C: 1, porque el elemento web asociado solo puede ser implementado una vez.

j: toma los valores desde 1 hasta C.

P: 7, que es la cantidad de pasos de la barrera (8 menos el primer 1).

i: toma valores desde 1 hasta P.

Ep_{ji}: es el resultado de la revisión del paso i para el elemento j.

$$Ep_{11}=1 - Ep_{12}=1 - Ep_{13}=0 - Ep_{14}=1 - Ep_{15}=0 - Ep_{16}=0 - Ep_{17}=1$$

Evaluación barrera B2: el elemento web asociado a la barrera B2 es obligatorio y solo puede ser implementado una vez. En el primer paso de la barrera se identifica si el elemento web asociado esta implementado, obteniendo un valor de 0, lo que significa que no está implementado. Debido a que el elemento es obligatorio, el resultado de la evaluación de la barrera es cero.

$$\text{EvaluaciónBarrera } B2 = 0$$

Evaluación barrera B3: el elemento web asociado a esta barrera es opcional y puede ser implementado más de una vez. En el primer paso de la barrera se identifica si el elemento web asociado esta implementado y se obtuvo un valor 0, lo que significa que no está implementado, como el elemento es opcional, esta barrera no se tendrá en cuenta para calcular el nivel de accesibilidad del sitio web.

Evaluación barrera B4: el elemento web asociado a la B4 es opcional y puede ser implementado más de una vez. Se identifica la implementación de 2 elementos, por lo que el cálculo de la evaluación se haría así:

$$\text{EvaluaciónBarrera } B4 = \frac{\sum_{j=1}^2 \frac{\sum_{i=1}^2 Ep_{ji}}{2}}{2}$$

$$\text{EvaluaciónBarrera} = \frac{\frac{Ep_{11} + Ep_{12}}{2} + \frac{Ep_{21} + Ep_{22}}{2}}{2}$$

$$\text{EvaluaciónBarrera } B4 = 0,75$$

Donde:

C: 2, porque el elemento web puede ser implementado más de una vez y en la página evaluada existen 2.

j: toma valores desde 1 hasta C.

P: 2, que es la cantidad de pasos de la barrera (3 menos el primer paso).

i: toma valores desde 1 hasta P.

Ep_{ji}: es el resultado de la revisión del paso i para el elemento j.

$$Ep_{11}=1 - Ep_{12}=0$$

$$Ep_{21}=1 - Ep_{22}=1$$

En los ejemplos anteriores se aplican las reglas o criterios definidos para evaluar las barreras de accesibilidad, viendo las diferentes opciones que se pueden presentar al momento de evaluar una barrera de accesibilidad.

Después de tener las evaluaciones de las barreras de accesibilidad web por el perfil de discapacidad y de haber definido el nivel de prioridad de cada barrera, para hacer el cálculo del nivel de accesibilidad del sitio web en evaluación se obtiene la Ecuación (4.2).

$$\text{Nivel de accesibilidad} = \frac{\sum_{i=1}^X (\text{EvaluaciónBarrera}_i \times \text{NivelPrioridad}_i)}{\sum_{i=1}^X \text{NivelPrioridad}_i} * 100 \quad (4.2)$$

Donde:

- X:** es la cantidad de barreras evaluadas (**X** puede ser igual o mayor a uno).
- i:** es el índice que identifica cada barrera evaluada (**i** toma valores de 1 hasta **X**).
- EvaluaciónBarrera_i:** es el resultado obtenido en la evaluación de la barrera **i** (**EvaluaciónBarrera_i** es un valor entre cero y uno).
- NivelPrioridad_i:** es el nivel de prioridad de la barrera **i** con relación al perfil de discapacidad en evaluación (**NivelPrioridad_i** puede ser 5, 3 o 1).

El nivel de accesibilidad web del sitio evaluado se da en una escala de 0 a 100, siendo 0 un nivel de accesibilidad muy deficiente y 100 el máximo nivel de accesibilidad alcanzado de acuerdo con el modelo propuesto. En forma análoga a como lo propone (Hilera et al. 2013) establece la siguiente escala asociada al nivel de accesibilidad:

- **Accesibilidad alta:** sitios con un nivel de accesibilidad web entre 100 y 70.
- **Accesibilidad moderada:** sitios con un nivel de accesibilidad web entre 69 y 50.
- **Accesibilidad deficiente:** sitios con un nivel de accesibilidad entre 49 y 25.
- **Accesibilidad muy deficiente:** sitios que alcanzaron un nivel inferior al 25.

Para dar claridad de cómo se aplica la Ecuación (4.2), se usarán las barreras presentadas en la Tabla 4.3 que son las asociadas al perfil de discapacidad Perfil 1: *Visual - Persona ciega – usa lector de pantalla* representado en la Figura 4.5 y que tiene asociadas 4 barreras, tres con nivel de prioridad 5 (barrera 1, barrera 2 y barrera 4) y una con nivel de prioridad 3 (barrera 3).

$$\text{Nivel de accesibilidad} = \frac{\sum_{i=1}^3 (\text{EvaluaciónBarrera}_i \times \text{NivelPrioridad}_i)}{\sum_{i=1}^3 \text{NivelPrioridad}_i} * 100$$

$$\text{Nivel de accesibilidad} = \frac{(0,57 * 5) + (0 * 5) + (0,75 * 5)}{5 + 5 + 5} * 100$$

$$\text{Nivel de accesibilidad} = 44$$

Donde:

X: 3, que es la cantidad de barreras de las que se obtuvo evaluación. Se debe recordar que la barrera B3 no se evalúa.

i: toma valores desde 1 hasta **X**.

EvaluaciónBarrera_i: es el resultado obtenido en la evaluación de la barrera i.

$$\text{EvaluaciónBarrera}_1 = 0,57$$

$$\text{EvaluaciónBarrera}_2 = 0$$

$$\text{EvaluaciónBarrera}_3 = 0,75$$

NivelPrioridad_i: es el nivel de prioridad de la barrera i con relación al perfil de discapacidad en evaluación.

$$\text{NivelPrioridad}_1 = 5$$

$$\text{NivelPrioridad}_2 = 5$$

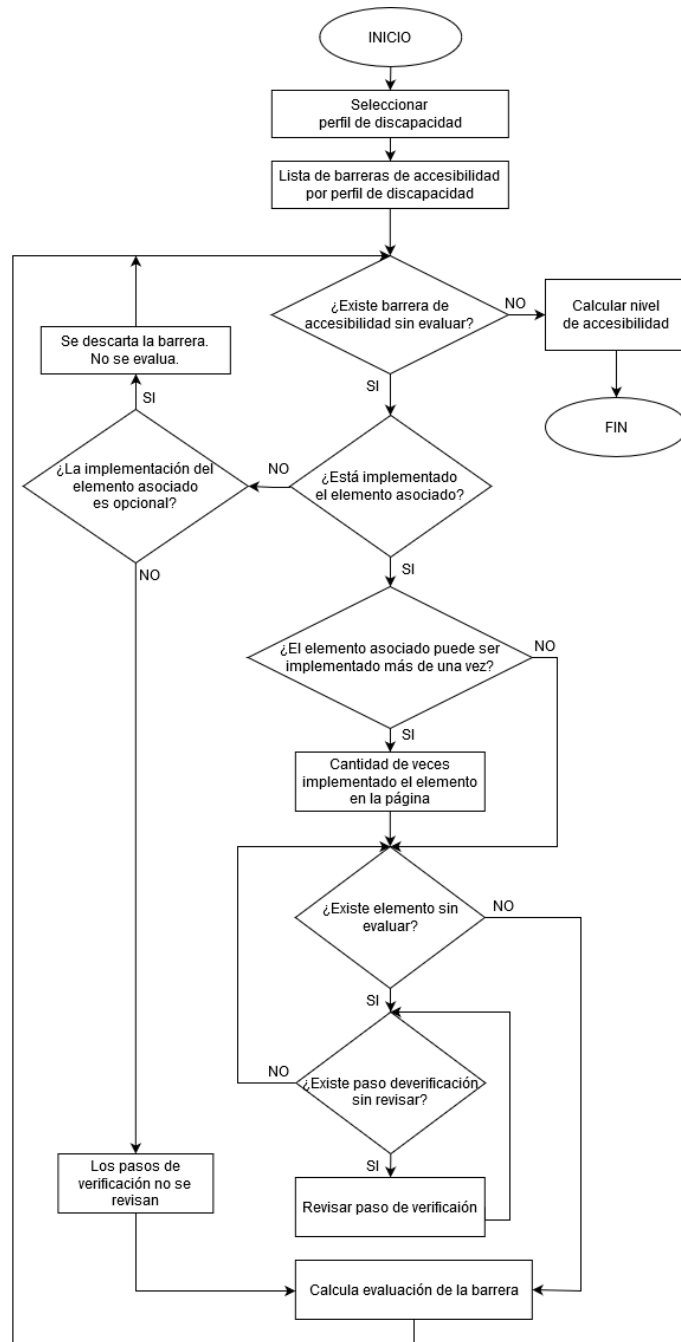
$$\text{NivelPrioridad}_3 = 5$$

Teniendo en cuenta que el nivel de accesibilidad se da en una escala de 0 a 100 y el resultado de la evaluación aplicada al Perfil 1: *Visual - Persona ciega – usa lector de pantalla* fue de 44, se puede concluir que el sitio presentaría un nivel de accesibilidad deficiente, de acuerdo con la escala adoptada.

Finalmente, en la Figura 4-6 se presenta un diagrama de flujo que recoge todo el proceso de evaluación, especificando los ciclos y las reglas que se tienen en cuenta para lograr la evaluación de accesibilidad web de acuerdo con un perfil de discapacidad específico. Este

diagrama refleja todo el proceso detallado en esta sección y puede servir para apoyar la aplicación del modelo o su implementación en una herramienta informática.

Figura 4-6: Flujo de evaluación



Fuente: elaboración propia

4.3 Conclusiones del capítulo

El modelo propuesto para evaluación de accesibilidad web de acuerdo con perfiles de discapacidad, permite establecer el nivel de accesibilidad con el que cuenta un sitio web de acuerdo con las necesidades de un conjunto de usuarios concreto, definido a partir del perfil de discapacidad para el que se ejecute la evaluación.

Usando el modelo propuesto, es posible realizar evaluación de accesibilidad a diferentes sitios web, para diferentes perfiles de discapacidad, esto dependerá de los intereses concretos de quien desee aplicar el modelo. En este caso se deben definir los perfiles de discapacidad con los que se trabajaría, las barreras correspondientes, los pasos de verificación y los niveles de prioridad.

Un aporte importante que se resalta con el diseño del modelo es la posibilidad de integración de métodos de evaluación manual y automática, lo que se logra definiendo en cada uno de los pasos de verificación cómo podría ejecutarse. Se resalta que actualmente se tienen dificultades para obtener un valor consolidado de los resultados de evaluaciones manuales y las realizadas usando de validadores automáticos.

Definir dentro del modelo propuesto los pasos verificación que se requieren para evaluar una barrera de accesibilidad web, da la oportunidad para que la evaluación la pueda hacer cualquier evaluador con conocimientos básicos de desarrollo web, lo que facilita la evaluación. Además, se facilita el reconocimiento de las características de accesibilidad que los elementos web deben implementar para que estos sean accesibles.

Con la información que se captura durante el proceso de evaluación, gracias a los pasos de verificación, no sólo se obtiene el nivel de accesibilidad, sino que es posible brindar información puntual sobre los elementos que se deben corregir para mejorar la accesibilidad del sitio evaluado.

5. Validación del modelo

Con el objetivo de validar el modelo para evaluación de accesibilidad por tipos de discapacidad propuesto, se llevó a cabo un proceso de validación a través de un caso de estudio. En este capítulo se describen los aspectos que se tuvieron en cuenta y los resultados obtenidos.

5.1 Caso de estudio

Como se mencionó previamente, el modelo propuesto está orientado a que se pueda realizar la evaluación de cualquier sitio web y para diferentes perfiles de discapacidad. Con el fin de validar el funcionamiento del modelo se definió un caso de estudio, en el cual se establecerán los sitios web a ser evaluados, los perfiles de discapacidad que se tendrán en cuenta, las barreras de accesibilidad web y los demás elementos que conforman el modelo.

A continuación, se describe para cada uno de los elementos, cómo fueron definidos para la aplicación del caso de estudio y los resultados obtenidos.

5.1.1 Perfiles de discapacidad seleccionados

En el modelo propuesto, un perfil de discapacidad está formado por el tipo de discapacidad y la tecnología asistiva asociada. Los perfiles de discapacidad seleccionados para validar el modelo propuesto y que orientaron el proceso de evaluación se presentan en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1: Perfiles de discapacidad seleccionado

| Perfil | Tipo de discapacidad | Tecnología asistiva |
|--------|--|--------------------------|
| 1 | Visual – Persona ciega | Lector de pantalla |
| 2 | Visual – Persona con baja visión | Magnificador de pantalla |
| 3 | Auditiva – Persona sorda usuaria de lengua de señas (monolingüe) | No aplica |
| 4 | Auditiva – Persona sorda usuaria de lengua escrita (español) | No aplica |

Fuente: elaboración propia

En total se definieron cuatro perfiles, dos que corresponden a discapacidad visual y dos a discapacidad auditiva, a continuación, se presentan algunas características con relación con estos tipos de discapacidad, haciendo énfasis en la forma como los usuarios con estas discapacidades interactúan con la Web (W3C 2017):

- **Discapacidades visuales:** las personas con discapacidades visuales tienen dificultades con la forma en que se presenta el contenido. Para las personas ciegas se deben proporcionar alternativas auditivas, mientras que para las personas con baja visión es importante el tamaño de los elementos, sus colores y contrastes. El contenido web debe ser independiente de la estructura que le da estilo, para que este pueda ser operado con facilidad por una tecnología de apoyo. También se deben brindar diferentes formas de interacción para que el usuario pueda usar la que más se adapte a sus necesidades.
- **Discapacidades auditivas:** las personas con discapacidad auditiva pueden encontrar barreras si los recursos multimedia disponibles en la web no son diseñados de forma accesibles, con transcripciones y subtítulos del contenido en audio. Los reproductores multimedia deben proporcionar la opción de mostrar subtítulos, ajustar el tamaño y color del texto, detener pausar o ajustar el volumen. El audio principal del primer plano se debe distinguir claramente de cualquier ruido de fondo.

La mayoría de las personas con discapacidad auditiva son usuarias de la lengua de señas como su primera lengua, lo que implica que puede ser que no lean idioma escrito o que lo lean con poca fluidez. Brindar información relevante en lengua de señas y usar textos más simples agregando gráficos, imágenes o ilustraciones, ayuda a que el contenido web sea más claro para muchas personas.

Para la selección de estos perfiles de discapacidad se tuvo en cuenta que se tratara de discapacidades de tipo sensorial, debido a que se contaba con experiencia previa en procesos de evaluación de accesibilidad con usuarios de estas comunidades. También se identificó en la revisión de literatura un mayor número de trabajos orientados a estas poblaciones, lo que se considera un insumo importante para la definición de las barreras y aplicación del proceso de evaluación.

Otro elemento relevante en el modelo es la identificación de las barreras de accesibilidad web y su posterior asociación con los perfiles de discapacidad. Esto se detalla en la siguiente subsección.

5.1.2 Barreras de accesibilidad por perfil de discapacidad

Las barreras de accesibilidad web son un elemento fundamental dentro del modelo propuesto, ya que son las que permitirán la identificación de aquellos aspectos que se han implementado de forma incorrecta o que no se han implementado en un sitio web y que impiden o limitan el acceso a los usuarios.

La definición de las barreras de accesibilidad web a ser tenidas en cuenta para el caso de estudio, se basó en tres aspectos: revisión de literatura, análisis de las WCAG y experiencia de evaluaciones de accesibilidad con usuarios. Durante el proceso de revisión de literatura se recopilaban diferentes listados de barreras, identificando a qué discapacidades estaban orientadas y cuales eran comunes entre los diferentes trabajos. En este proceso también se logró establecer que muchas de las barreras con las que se hacían procesos de evaluación de accesibilidad reportados en la literatura, se basaban en las WCAG, por lo que se revisaron detalladamente los criterios y las diferentes técnicas con las se podía dar cumplimiento a estos.

Es importante resaltar que, durante la revisión de literatura, los trabajos que se relacionan con discapacidad auditiva presentaban pocas barreras asociadas, por lo que fue necesario un mayor acercamiento con la comunidad y la realización de pruebas con usuarios que permitieran identificar los principales problemas que tenían al interactuar con un sitio web, sus características y necesidades concretas. Este proceso también se realizó con usuarios con discapacidad visual, lo que permitió enriquecer la definición de las barreras y el impacto que tienen para un perfil específico, obteniendo un total de 51 barreras que se presentan en la Tabla 5-2.

En este proceso también fue necesaria la definición de cada uno de los elementos web asociados, si eran de obligatoria implementación y si podía estar implementado más de una vez. Para esto se contó con el acompañamiento de profesionales en desarrollo web con experiencia en desarrollo accesible.

Después de definidas las barreras de accesibilidad se realizó el proceso de asociación con los perfiles de discapacidad seleccionados para el caso de estudio. Este es un paso de gran relevancia para el modelo, pues permite establecer la importancia que tiene una barrera para un tipo de usuario frente a otro. Se establecen los niveles de prioridad (1, 3 o 5) para cada perfil, cuya definición también se basan en elementos identificados en la literatura, el criterio de expertos y experiencia previa en procesos de evaluación de accesibilidad.

En la Tabla 5-2 se presentan las barreras de accesibilidad y el nivel de prioridad que tienen para cada perfil. En los casos donde no se presenta un valor quiere decir que esa barrera no se tendrá en cuenta para ese perfil (los perfiles están numerados de acuerdo con la Tabla 5-3) Las demás siglas usadas en la tabla son:

- Elemento Web - **EW**: permite identificar el elemento web asociado a la barrera.
- Una Vez - **UV**: permite identificar si el elemento web asociado puede estar implementado en la página una vez o más.
- Implementación – **IM**: Permite identificar si el elemento web asociado a la barrera es de implementación obligatoria u opcional dentro de una página web.

Tabla 5-2: Barreras de accesibilidad por perfil de discapacidad

| N° | Barrera | EW | UV | IM | Niveles de Prioridad por Perfil | | | |
|-----|--|------------------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| B1 | El título de la página presenta problemas. | Título | Si | Ob | 5 | 3 | 3 | 3 |
| B2 | No define el lenguaje principal de la página en el HTML | Texto-idioma | Si | Ob | 5 | | | |
| B3 | La página tiene secciones de texto en idioma diferente al principal y no establece el idioma de esta sección de texto con la etiqueta lang | Texto-idioma | No | Op | 3 | 3 | 1 | 1 |
| B4 | No se ofrecen recurso complementario para texto complejo de entender | Texto-complejo | No | Op | | | 3 | 5 |
| B5 | No se brinda interpretaciones en lengua de señas para audio | Audio | No | Op | | | 5 | |
| B6 | Enlace de texto con problema | Enlace-texto | No | Ob | 5 | 3 | 3 | 3 |
| B7 | Existen dos o más enlaces con el mismo texto, diferente destino. | Enlace-texto | No | Ob | 3 | 3 | 1 | 1 |
| B8 | Enlace con elemento de anclaje con problema | Enlace-elementoAnclaje | No | Op | 5 | 3 | 1 | 1 |
| B9 | Existen dos o más elemento de anclaje iguales, que van a diferente destino. | Enlace-elementoAnclaje | No | Op | 3 | 3 | 1 | 1 |
| B10 | Tabla con información presenta problemas | Tabla | No | Op | 5 | 3 | 1 | 1 |
| B11 | Tablas con títulos duplicados | Tabla | No | Op | 1 | 3 | 1 | 1 |
| B12 | Se usan tablas para organizar la presentación de la página. | Interfaz | No | Op | 3 | | | |
| B13 | Manejo inadecuado de los encabezados | Encabezados | Si | Ob | 5 | 3 | 1 | 1 |
| B14 | El primer enlace de la página que permite ir directamente al contenido no está implementado | Interfaz-navegación | Si | Ob | 5 | 5 | | |
| B15 | No hay enlaces o controles para saltar bloques de contenido repetido | Interfaz-navegación | No | Ob | 3 | 3 | | |
| B16 | Existen imágenes decorativas que tienen información que distrae al usuario con lector de pantalla. | Imágenes-decorativas | No | Op | 1 | | | |
| B17 | Imagen sin texto descriptivo | Imágenes | Si | Op | 3 | | | |
| B18 | Hay problemas con el funcionamiento la tabla de contenido | Interfaz-navegación-tablaContenido | Si | Op | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B19 | Hay problemas con el funcionamiento del Mapa del sitio | Interfaz-navegación-mapaSitio | Si | Op | 1 | 1 | 1 | 1 |
| B20 | Hay problemas con el funcionamiento del buscador | Interfaz-navegación-buscador | Si | Op | 3 | 3 | 3 | 3 |

| N° | Barrera | EW | UV | IM | Niveles de Prioridad por Perfil | | | |
|-----|---|--------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| B21 | Hay problemas con el funcionamiento del menú | Interfaz-navegación-menú | No | Op | 5 | 3 | 1 | 1 |
| B22 | No se ofrecen múltiples vías de navegación | Interfaz-navegación | Si | Ob | 3 | 1 | 1 | 1 |
| B23 | Foco no visible - con el uso del mouse | Interfaz-foco | Si | Ob | | 5 | 1 | 1 |
| B24 | Foco no visible - con el uso del teclado | Interfaz-foco | Si | Ob | | 5 | | |
| B25 | No es posible navegar a través del contenido, con el uso del teclado, secuencia incorrecta de tabulación. | Interfaz-navegación | Si | Ob | 5 | 3 | | |
| B26 | Existen acciones que requieren el uso exclusivo del mouse | Interfaz-navegación | Si | Ob | 5 | 3 | | |
| B27 | Existen controles dentro del formularios que requieren formatos específicos en los datos y no existen instrucciones en texto para garantizar la entrada correcta. | Formulario | No | Op | 5 | 5 | | 5 |
| B28 | En el formulario no se puede navegar con el uso de la tecla TAB. | Formulario | No | Op | 5 | 3 | | |
| B29 | Los controles del formulario (casilla de verificación o botón de opciones) no tienen una etiqueta asociada que describa su propósito | Formulario | No | Op | 3 | | | |
| B30 | Al detectarse automáticamente un error correspondiente a una entrada en un control de un formulario, no se describe al usuario el error en formato de texto | Formulario | No | Op | 5 | 5 | 1 | 1 |
| B31 | No se proporciona notificación al usuario del cambio de contexto. | Formulario | No | Op | 5 | 1 | | |
| B32 | No hay contraste mínimo (4.5.:1) entre el texto y el fondo | Texto | Si | Ob | | 5 | | |
| B33 | No hay contraste mínimo (4.5.:1) en imágenes de texto | Imágenes-texto | Si | Op | | 3 | | |
| B34 | No hay contraste mínimo (3:1) entre los elementos de la interfaz de usuario | Interfaz | No | Ob | | 5 | | |
| B35 | Las imágenes no tienen un contraste mínimo (4.5:1) | Imágenes | No | Op | | 3 | | |
| B36 | En necesario redescubrir la página cada vez que cambia de página. | Interfaz | Si | Ob | 5 | 3 | 1 | 1 |
| B37 | No se brinda audio descripción para video | Video | No | Op | 3 | | | |
| B38 | No se brindan subtítulos para videos | Video | No | Op | | | | 5 |
| B39 | No se brindan interpretaciones en lengua de señas para video | Video | No | Op | | | 5 | |
| B40 | No se brinda transcripción en texto para audio | Audio | No | Op | | | | 5 |
| B41 | No se ofrecen mecanismos que cumplan la función del formulario disponible en la página para un usuario de lengua de señas. | Formulario | No | Op | | | 5 | |

| N° | Barrera | EW | UV | IM | Niveles de Prioridad por Perfil | | | |
|-----|--|------------------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| B42 | No se ofrecen interpretación en lengua de señas, para imágenes con texto | Imágenes-texto | No | Op | | | 3 | |
| B43 | No se proporciona control cerca al comienzo de la página, para apagar los sonidos que se reproducen automáticamente. | Audio | No | Op | 3 | 3 | | |
| B44 | Hay recursos de audio que se ejecutan de forma automática | Audio | No | Op | 1 | 1 | | |
| B45 | Secciones de la página se actualizan automáticamente. | Interfaz | Si | Ob | 3 | 3 | 1 | 1 |
| B46 | No hay versión en lengua de señas para el contenido textual. | Texto | Si | Ob | | | 5 | |
| B47 | No hay versión en lengua de señas del enlace de texto | Enlace-texto | No | Ob | | | 5 | |
| B48 | No hay versión en interpretación de lengua de señas para la información presenta en tablas | Tabla | No | Op | | | 5 | |
| B49 | No hay versión en lenguaje de señas para menú | Interfaz-navegación-menú | No | Op | | | 5 | |
| B50 | No hay versión en lenguaje de señas para la tabla de contenido | Interfaz-navegación-tablaContenido | Si | Op | | | 3 | |
| B51 | No hay versión en lenguaje de señas del del mapa del sitio | Interfaz-navegación-mapaSitio | Si | Op | | | 3 | |

Fuente: elaboración propia

En total se definieron 51 barreras para la validación del modelo propuesto, de las cuales 32 están asociadas al *Perfil 1 – Visual – Persona ciega – Lector de pantalla*, 32 están asociadas el *Perfil 2 – Visual – Persona con baja visión – Magnificador de pantalla*, 29 al *Perfil 3 - Auditiva – Persona sorda usuaria de lengua de señas (monolingüe)* y 22 al *Perfil 4 - Auditiva – Persona sorda usuaria de lengua escrita (español)*.

Es importante resaltar que, entre el perfil 1 y el perfil 2 que son perfiles asociados a discapacidades de tipo visual, existen 26 barreras comunes, de las cuales 11 tiene el mismo nivel de prioridad donde 3 tiene nivel de prioridad 1, 7 tienen nivel de prioridad 3 y 3 tienen nivel de prioridad 5. Entre el perfil 3 y el perfil 4 que son perfiles asociados a discapacidades de tipo auditivo, existen 19 barreras comunes, de las cuales 18 tiene el mismo nivel de prioridad, 15 tiene 1, 3 tienen nivel de prioridad 3. Finalmente, entre los 4 perfiles 17 barreras son comunes.

Después de definidas las barreras de accesibilidad por perfil de discapacidad y las características asociadas al elemento web asociado a cada barrera, para iniciar el proceso de evaluación se requiere establecer los sitios web a ser evaluados y los pasos de verificación necesarios para evaluar cada barrera, elementos que se muestran en las secciones siguientes.

5.1.3 Sitios web seleccionados para evaluación

Teniendo en cuenta que el modelo propuesto tiene un enfoque de evaluación orientada por características específicas de los usuarios, que es contrario al enfoque tradicional orientado por pautas o lineamientos de accesibilidad, se incluyeron dentro de los sitios web seleccionados para la validación, aquellos que tuvieran declaración de accesibilidad según las WCAG, con el fin de establecer posteriormente elementos de comparación entre los resultados obtenidos.

También fueron tenidos en cuenta sitios web de instituciones que trabajaran con poblaciones en situación de discapacidad, aunque no se tuviera una declaración explícita de accesibilidad, se esperaba que estos sitios estuvieran orientados a atender las necesidades de sus usuarios específicos. En la Tabla 5-3 se relacionan las páginas web seleccionadas.

Tabla 5-3: Validación: páginas web a evaluar

| | Sitio web | URL | Declaración de accesibilidad |
|--------|--|---|--|
| Pág. 1 | Colegio Colombiano de Bibliotecología, Ascolbi | https://ascolbi.org/ | Declara nivel de conformidad AA con las WCAG |
| Pág. 2 | Unibol S.A.S – Fábrica de papel | https://unibol.com.co/ | Declara nivel de conformidad AA con las WCAG |
| Pág. 3 | Instituto Nacional para Sordos | http://www.insor.gov.co/home/ | No tiene declaración |

Fuente: elaboración propia

Es importante aclarar que, para ejecutar el proceso de evaluación en el caso de estudio, sólo fueron analizados los elementos que tenían estos sitios en su página de inicio.

5.1.4 Pasos de verificación

Como se mencionó en la presentación del modelo, la evaluación de accesibilidad requiere de un proceso sistemático y dentro del modelo propuesto se busca establecerlo al definir los pasos de verificación necesarios para evaluar las barreras de accesibilidad web.

A partir de las barreras de accesibilidad presentadas en la Tabla 5-2, con el apoyo de expertos tanto en desarrollo web como en accesibilidad y con la revisión detallada de los criterios de las WCAG, se definieron los pasos de verificación que se presentan en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4: Pasos de verificación para las barreras definidas

| N° | Barrera | M/A | Pasos de verificación |
|----|--|-----|---|
| B1 | El título de la página presenta problemas | A | 1. La página web tiene título |
| | | M | 2. El título es relevante para el contenido de la página |
| | | M | 3. El título tiene sentido fuera de contexto |
| | | M | 4. El título no contiene siglas |
| | | A | 5. El título tiene más de 10 caracteres |
| | | A | 6. El título no tiene más de 80 caracteres |
| | | M | 7. El título incluye el nombre del sitio web |
| | | M | 8. No se identificó el nombre usado en otra página dentro de este mismo sitio web |
| B2 | No define el lenguaje principal de la página en el HTML | A | 1. La etiqueta <html> tiene el atributo lang. |
| | | M | 2. El valor del atributo lang se ajusta y refleja el idioma principal utilizado en la página web. |
| B3 | La página tiene secciones de texto en idioma diferente al principal y no establece el idioma de esta sección de texto con la etiqueta lang | A | 1. Hay texto con lenguaje diferente al idioma principal en la página. |
| | | A | 2. La sección de texto tiene la etiqueta lang |
| | | M | 3. El valor del atributo lang se ajusta y refleja el idioma de la sección de texto. |
| | | M | 4. Texto con diferencias en la fuente que marque el cambio de idioma. |
| B4 | Existe texto complejo de entender para personas con capacidad lectora de nivel inferior de educación secundaria - recurso (texto, ilustración) | M | 1. Hay texto complejo |
| | | M | 2. Con relación al texto complejo hay disponible un recurso como: a. Un resumen en formato texto que requiere una capacidad de lectura menos avanzada que el nivel de educación secundaria b. Ilustración visual disponibles en el contenido o mediante enlace que resuma o explique el texto complejo. |
| | | M | 3. El recurso disponible muestran los conceptos o proceso discutido en el contenido. |
| B5 | No se brindan interpretaciones en lengua de señas para audio | A | 1. Hay contenido de solo audio |
| | | M | 2. Se brindan interpretaciones en lengua de señas para el audio |

| N° | Barrera | M/A | Pasos de verificación |
|-----|---|-----|--|
| B6 | Enlace de texto con problema | A | 1. Existe texto con enlace a otro contenido dentro o fuera de la página |
| | | M | 2. El texto del enlace describe el propósito del enlace. |
| | | M | 3. El texto del enlace tiene sentido fuera de contexto. |
| | | M | 4. El texto del enlace tiene sentido dentro del contexto de la página. |
| | | M | 5. El destino del enlace contiene la información descrita en el enlace (el enlace no está roto). |
| B7 | Existen dos o más enlaces con el mismo texto, diferente destino. | A | 1. Hay enlaces de texto repetidos |
| | | A | 2. Todos los enlaces que tiene el mismo texto van al mismo destino |
| B8 | Enlace con elemento de anclaje con problema | A | 1. Existe un elemento de anclaje (icono o imagen) que enlaza a otro contenido dentro o fuera de la página. |
| | | A | 2. El elemento de anclaje tiene texto descriptivo que describe el propósito del enlace. |
| | | M | 3. El texto descriptivo del elemento de anclaje tiene sentido fuera de contexto. |
| | | M | 4. El texto descriptivo del elemento de anclaje tiene sentido dentro del contexto de la página. |
| | | M | 5. El destino del enlace contiene la información descrita en el enlace (el enlace no está roto). |
| B9 | Existen dos o más elementos de anclaje iguales, que van a diferente destino | A | 1. Hay elementos de anclaje con el mismo texto alternativo |
| | | A | 2. Todos los elementos de anclaje con el mismo texto alternativo llevan al mismo destino. |
| B10 | Tabla con información presenta problemas | A | 1. Hay información organizada en una tabla. |
| | | A | 2. La tabla tiene título, el título está dentro de la tabla y se usa la etiqueta <CAPTION>título</CAPTION>. |
| | | A | 3. La tabla tiene el atributo summary. |
| | | M | 4. El contenido de la etiqueta CAPTION y del atributo summary son diferentes. |
| | | M | 5. El contenido del atributo summary describe el contenido de la tabla: explicar el propósito de la tabla, el número de filas y de columnas que contiene y una descripción de los encabezamientos, explicar la relación que guarda la tabla con el resto de la página. |
| | | A | 6. La tabla tiene encabezados marcados (por código) adecuadamente (fila y/o columna) de acuerdo con la información presentada. |
| | | M | 7. La tabla usa correctamente la anidación de celdas. |
| | | M | 8. La tabla tiene pocas filas y/o pocas columnas, es fácil discernir la información. |
| B11 | Tablas con títulos duplicados | A | 1. Existen más de dos tablas. |
| | | M | 2. Existen dos o más tablas con el mismo nombre. |
| B12 | Se usan tablas para organizar la presentación de la página | A | 1. Se usan tablas para organizar la presentación de la página |
| | | A | 2. La tabla no tiene caption |
| | | A | 3. La tabla no tiene el atributo summary |
| B13 | Manejo inadecuado de los encabezados | A | 1. Existe al menos un encabezado en la página |
| | | A | 2. Existe el encabezado h1 |
| | | A | 3. El primer encabezado es h1 |
| | | M | 4. El encabezado h1 tiene el título de la página |

| N° | Barrera | M/A | Pasos de verificación |
|-----|---|-----|--|
| | | A | 5. No existen encabezados sin texto |
| | | M | 6. Los encabezados describen el contenido de la sección |
| | | A | 7. Los encabezados conservan la jerarquía h1, h2, h3, h4, h5 |
| | | M | 8. No existen dos o más encabezados con el mismo texto |
| | | A | 9. No existen más de 10 encabezados en página |
| | | M | 10. El nivel de profundidad de los encabezados no excede el h4 |
| B14 | El primer enlace de la página que permite ir directamente al contenido no está implementado | M | 1. El primer enlace de la página es el primer control enfocable en la página web y permite saltar al contenido. |
| | | M | 2. Compruebe que la descripción del enlace comunica que enlaza con el contenido principal. |
| | | M | 3. Compruebe que el enlace esté siempre visible o visible cuando tenga el foco del teclado. |
| | | M | 4. Compruebe que la activación del enlace mueve el foco al contenido principal. |
| | | M | 5. Compruebe que después de activar el enlace, el foco del teclado se ha movido al contenido principal. |
| B15 | No hay enlaces o controles para saltar bloques de contenido repetido | M | 1. Hay recursos (enlaces o controles) que permitan saltar bloques de contenido repetido. |
| | | M | 2. Compruebe que la descripción del recurso comunica - omite el bloque. |
| | | M | 3. Compruebe que el enlace esté siempre visible o visible cuando tenga el foco del teclado. |
| | | M | 4. Compruebe que después de activar el enlace, el foco del teclado se ha movido al contenido inmediatamente después del bloque. |
| B16 | Existen imágenes decorativas que tienen información que distrae al usuario con lector de pantalla | M | 1. Hay imágenes decorativas. |
| | | A | 2. El atributo de título esté ausente o vacío. |
| | | A | 3. El atributo alt está presente y vacío. |
| B17 | Imagen sin texto descriptivo | A | 1. Hay imágenes |
| | | A | 2. Imagen tiene texto descriptivo - buscar dentro de la etiqueta img el atributo alt |
| | | M | 3. El texto alternativo corresponde a una descripción correcta de la imagen (si la imagen contiene texto, éste está incluido en el texto descriptivo). |
| B18 | Hay problemas con el funcionamiento la tabla de contenido | M | 1. Existe una tabla de contenido o un enlace a una tabla de contenido en el documento. |
| | | M | 2. Los valores y el orden de las entradas en la tabla de contenido corresponden a los nombres y el orden de las secciones del documento. |
| | | M | 3. Compruebe que las entradas en la tabla de contenido enlazan con las secciones correctas del documento. |
| B19 | Hay problemas con el funcionamiento del Mapa del sitio | M | 1. El sitio contiene un mapa del sitio. |
| | | M | 2. Los enlaces en el mapa del sitio conducen a las secciones correspondientes del sitio. |
| | | M | 3. Para cada enlace en el mapa del sitio, en la página de destino existe un enlace al mapa del sitio. |
| | | M | 4. Para cada página en el sitio, pueda acceder a la página siguiendo un conjunto de enlaces que comienzan en el mapa del sitio. |

| N° | Barrera | M/A | Pasos de verificación |
|-----|---|-----|--|
| B20 | Hay problemas con el funcionamiento del buscador | A | 1. La página web contiene un formulario de búsqueda o un enlace a una página de búsqueda (escriba texto en el formulario de búsqueda y active la búsqueda) |
| | | M | 2. Verifique que el usuario sea llevado a una página que contiene el término de búsqueda o sea llevado a una página que contiene una lista de enlaces a páginas que contienen el término de búsqueda. |
| | | M | 3. El botón que activa la búsqueda se llama - Buscar o Search. |
| B21 | Hay problemas con el funcionamiento del menú | M | 1. Verifique que cada página web contenga una lista de enlaces (menú) a las otras páginas web del sitio |
| | | M | 2. Compruebe que los enlaces en la lista conducen a las páginas web correspondientes. |
| | | M | 3. Compruebe que la lista contiene un enlace para cada página web del sitio. |
| B22 | No se ofrecen múltiples vías de navegación | M | 1. Se ofrecen múltiples vías al usuario para navegar. |
| B23 | Foco no visible - con el uso del mouse | M | 1. Hay foco en cada elemento enfocable de la interfaz de usuario con el uso del mouse. |
| B24 | Foco no visible - con el uso del teclado | M | 1. Hay foco en cada elemento enfocable de la interfaz de usuario con el uso del teclado. |
| B25 | No es posible navegar a través del contenido, con el uso del teclado, secuencia incorrecta de tabulación | M | 1. La secuencia de navegación es significativa, conserva el orden de la presentación de la información. |
| B26 | Existen acciones que requieren el uso exclusivo del mouse | M | 1. No existen acciones que funcionen exclusivamente con el mouse. |
| B27 | Existen controles dentro del formularios que requieren formatos específicos en los datos y no existen instrucciones en texto para garantizar la entrada correcta. | M | 1. Existe formulario con controles de formulario que solo aceptarán datos de entrada del usuario en un formato determinado. |
| | | M | 2. Se proporcionan instrucciones en la parte superior del formulario sobre el formato esperado de cada uno de los controles de formulario identificados en punto 1. (Nota: Complete el formulario, ingrese deliberadamente la entrada del usuario que cae fuera del formato o valores requeridos) |
| | | M | 3. Se proporciona una descripción de texto que identifica el campo con error y proporciona información sobre la naturaleza de la entrada no válida y cómo solucionarla. |
| | | M | 4. Verifique que otros datos ingresados previamente por el usuario se vuelvan a mostrar, a menos que los datos estén en un campo relacionado con la seguridad en el que no sería apropiado retener los datos para volver a mostrarlos (por ejemplo, contraseña). |
| B28 | En el formulario no se puede navegar con el uso de la tecla TAB. | M | 1. Existe formulario con dos o más controles. |
| | | M | 2. El orden de tabulación de los controles del formulario sigue un orden lógico. |
| B29 | Los controles del formulario (casilla de verificación o botón de | A | 1. Existe formulario y tiene campos |
| | | A | 2. Los controles tienen etiqueta asociada. |
| | | M | 3. La etiqueta describe el propósito del campo. |

| N° | Barrera | M/A | Pasos de verificación |
|-----|--|-----|--|
| | opciones) no tienen una etiqueta asociada que describa su propósito | M | 4. Los controles Casilla de verificación o botón de opciones, tiene la etiqueta está inmediatamente DESPUÉS del campo. |
| | | M | 5. Los controles diferente a casilla de verificación o botón de opciones, tiene la etiqueta inmediatamente ANTES del campo. |
| | | M | 6. Se usa el elemento <fieldset> para agrupar dos o más elementos de casilla de verificación o un botón de opción. |
| B30 | Al detectarse automáticamente un error, que corresponde a una entrada en un control de un formulario, no se describe al usuario el error en formato de texto | M | 1. Existe formulario y tiene uno o más campos obligatorios. (deje en blanco uno o más campos obligatorios y envíelo)" |
| | | M | 2. Se proporciona una descripción de texto que identifica los campos obligatorios que no se completaron. |
| | | M | 3. Los otros datos ingresados previamente por el usuario se vuelvan a mostrar, a menos que los datos estén en un campo relacionado con la seguridad en el que no sería apropiado retener los datos para volver a mostrarlos (por ejemplo, contraseña). |
| B31 | No se proporciona notificación al usuario del cambio de contexto. | A | 1. Existe formulario y tiene botón de envío. |
| | | A | 2. Se notifica de cambio de contexto, si lo hay. |
| B32 | No hay contraste mínimo (4.5.:1) entre el texto y el fondo | A | Hay contraste de 4.5:1 o superior o se proporciona un control que permiten cambiar el contraste de los colores del texto y la interfaz |
| B33 | No hay contraste mínimo (4.5.:1) en imágenes de texto | M | 1. Hay imágenes de texto |
| | | M | 2. Hay contraste de 4.5:1 o superior |
| B34 | No hay contraste mínimo (3:1) entre los elementos de la interfaz de usuario | M | 1. Hay contraste de 3:1 o superior o se proporcionan controles que permiten cambiar el contraste de los colores del texto y la interfaz |
| B35 | Las imágenes no tienen un contraste mínimo (4.5:1) | A | La imagen tiene contraste igual 4.5:1 o superior |
| B36 | En necesario redescubrir la página cada vez que cambia de página | M | 1. Para cada componente, verifique que aparezca en el mismo orden relativo con respecto a otros componentes repetidos en cada página web donde aparece. |
| | | M | 2. Para cada componente de navegación, verifique que los enlaces o referencias programáticas estén siempre en el mismo orden relativo. |
| B37 | No se brinda audio descripción para video | M | 1. Existen video en la página. |
| | | M | 2. El video ofrece audio descripción |
| B38 | No se brindan subtítulos para videos | M | 1. Existen video en la página. |
| | | M | 2. El video ofrece subtítulos. |
| B39 | No se brindan interpretaciones en lengua de señas para video | M | 1. Existen video en la página. |
| | | M | 2. El video ofrece interpretación en lengua de señas. |
| B40 | No se brinda transcripción en texto para audio | M | 1. Hay contenido de audio |
| | | M | 2. Hay transcripción de texto para audio |

| N° | Barrera | M/A | Pasos de verificación |
|-----|--|-----|---|
| B41 | No se ofrecen mecanismos que cumplan la función del formulario disponible en la página para un usuario de lengua de señas. | M | 1. Hay formulario. |
| | | M | 2. Se ofrecen mecanismos que cumplan la función del formulario disponible en la página para un usuario con lengua de señas. |
| B42 | No se ofrecen interpretación en lengua de señas, para imágenes con texto | A | 1. Hay formulario. |
| | | M | 2. Se ofrecen interpretación en lengua de señas de imágenes con texto. |
| B43 | No se proporciona control cerca al comienzo de la página, para apagar los sonidos que se reproducen automáticamente. | M | 1. Hay sonidos en la página que se reproducen automáticamente. |
| | | M | 2. Se proporciona control para apagar estos sonidos. |
| B44 | Hay recursos de audio que se ejecutan de forma automática | M | 1. Hay recursos de audio disponibles en la página. |
| | | M | 2. La reproducción de sonidos se ejecuta solo a petición del usuario. |
| B45 | Secciones de la página se actualizan automáticamente. | M | 1. La página no se actualiza automáticamente o se proporciona un mecanismo para solicitar actualización de la página. |
| B46 | No hay versión en lengua de señas para el contenido textual. | M | 1. Hay secciones de texto. |
| | | M | 2. Para cada sección de texto, existe una versión en lengua de señas. |
| B47 | No hay versión en lengua de señas del enlace de texto | M | 1. Hay enlaces de texto |
| | | M | 2. Hay versión en lengua de señas del enlace de texto |
| B48 | No hay versión en interpretación de lengua de señas para la información presenta en tablas | M | 1. Hay información presentada en tablas. |
| | | M | 2. hay versión en lengua de señas para la información presenta en tablas. |
| B49 | No hay versión en lenguaje de señas para menú | M | 1. Hay menú de navegación. |
| | | M | 2. versión en lengua de señas para el menú. |
| B50 | No hay versión en lenguaje de señas para la tabla de contenido | M | 1. Hay tabla de contenido. |
| | | M | 2. Hay versión en lengua de señas para la tabla de contenido. |
| B51 | No hay versión en lenguaje de señas del del mapa del sitio | M | 1. Hay mapa del sitio |
| | | M | 2. hay versión en lengua de señas del del mapa del sitio |

Una vez definidos los elementos previamente descritos (perfiles de discapacidad, barreras de accesibilidad por perfiles de discapacidad y su respectivo nivel de prioridad, los sitios web a evaluar y los pasos de verificación), de acuerdo con modelo propuesto, se inicia el proceso de evaluación.

5.1.5 Proceso de evaluación y resultados

Para el caso de estudio, en cada sitio web seleccionado se evaluó la página principal de acuerdo con los perfiles de discapacidad definidos en la Tabla 5-1, analizando las barreras de accesibilidad asociadas a cada perfil y siguiendo los pasos de verificación definidos en la Tabla 5-4.

En esta etapa se procede a aplicar la Ecuación (4.1), propuesta para evaluar cada una de las barreras de accesibilidad. A continuación, en la Tabla 5-5 se presentan los resultados de la evaluación de los pasos de verificación de B1 para cada página web, estos datos se usan para calcular la *EvaluaciónBarrera B1* en cada página web.

Tabla 5-5: Resultados de la evaluación de pasos de verificación para B1

| N° | Barrera | M/A | Pasos de verificación | Pág. 1 | Pág. 2 | Pág. 3 |
|----|---|-----|---|--------|--------|--------|
| B1 | El título de la página presenta problemas | A | 1. La página web tiene título | 1 | 1 | 1 |
| | | M | 2. El título es relevante para el contenido de la página | 0 | 1 | 1 |
| | | M | 3. El título tiene sentido fuera de contexto | 0 | 1 | 1 |
| | | M | 4. El título no contiene siglas | 0 | 1 | 1 |
| | | A | 5. El título tiene más de 10 caracteres | 1 | 1 | 1 |
| | | A | 6. El título no tiene más de 80 caracteres | 1 | 1 | 0 |
| | | M | 7. El título incluye el nombre del sitio web | 1 | 1 | 1 |
| | | M | 8. No se identificó el nombre usado en otra página dentro de este mismo sitio web | 1 | 1 | 1 |

Fuente: elaboración propia

Con estos resultados de los pasos de verificación, se procede a calcular la *EvaluaciónBarrera B1* para cada página seleccionada, obteniendo los siguientes resultados:

Evaluación barrera B1 en la página 1

$$EvaluaciónBarrera B1 (Pág. 1) = \frac{0 + 0 + 0 + 1 + 1 + 1 + 1}{7}$$

$$EvaluaciónBarrera B1 (Pág. 1) = 0,57$$

Evaluación barrera B1 en la página 2

$$EvaluaciónBarrera B1 (Pág. 2) = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{7} = 1$$

$$EvaluaciónBarrera B1 (Pág. 2) = 1$$

Evaluación barrera B1 en la página 3

$$EvaluaciónBarrera B1 (Pág. 3) = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 0 + 1 + 1}{7} = 0,86$$

$$EvaluaciónBarrera (B1 Pág. 3) = 0,86$$

En la Tabla 5-6 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los resultados de *EvaluaciónBarrera* para cada una de las barreras de accesibilidad listada en la Tabla 5-2, según aplique para cada página web evaluada (columnas EB). Dependiendo de la existencia del elemento web asociado a cada barrera, y de si su implementación es opcional u obligatoria, la celda respectiva podría tener un valor entre cero y uno si la barrera es tenida en cuenta en la evaluación o estar vacía si el elemento web asociado no está implementado y es opcional.

En la, adicional al resultado de *EvaluaciónBarrera* para todas las barreras analizadas en cada página, se incluyó una columna para cada perfil, correspondiente a la multiplicación de *EvaluaciónBarrera x NivelPrioridad* (columnas P1, P2, P3 y P4), que es un dato necesario para el cálculo del *Nivel de accesibilidad* propuesto en la Ecuación (4.2). Los niveles de prioridad que se tuvieron en cuenta son los definidos en la Tabla 5-2. Al final de la tabla se presenta la Sumatoria de los Nivel de Prioridad (SNP) que también se utiliza para el cálculo del *Nivel de accesibilidad*.

Tabla 5-6: Resultados: evaluación de accesibilidad por perfil de discapacidad

| N° | Página 1 | | | | | Página 2 | | | | | Página 3 | | | | |
|-----|----------|--------------------------------------|------|------|------|----------|--------------------------------------|------|------|------|----------|--------------------------------------|------|------|------|
| | EB | Evaluación Barrera x Nivel Prioridad | | | | EB | Evaluación Barrera x Nivel Prioridad | | | | EB | Evaluación Barrera x Nivel Prioridad | | | |
| | | P1 | P2 | P3 | P4 | | P1 | P2 | P3 | P4 | | P1 | P2 | P3 | P4 |
| B1 | 0,57 | 2,86 | 1,71 | 1,71 | 1,71 | 1,00 | 5,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 0,86 | 4,29 | 2,57 | 2,57 | 2,57 |
| B2 | 1,00 | 5,00 | | | | 1,00 | 5,00 | | | | 1,00 | 5,00 | | | |
| B3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B6 | 0,69 | 3,47 | 2,08 | 2,08 | 2,08 | 0,62 | 3,10 | 1,86 | 1,86 | 1,86 | 0,89 | 4,44 | 2,67 | 2,67 | 2,67 |
| B7 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B8 | 0,94 | 4,69 | 2,81 | 0,94 | 0,94 | 0,23 | 1,14 | 0,68 | 0,23 | 0,23 | 0,11 | 0,56 | 0,33 | 0,11 | 0,11 |
| B9 | | | | | | 1,00 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| B10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B13 | 0,50 | 2,50 | 1,50 | 0,50 | 0,50 | 0,80 | 4,00 | 2,40 | 0,80 | 0,80 | 0,20 | 1,00 | 0,60 | 0,20 | 0,20 |
| B14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| B15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| B16 | 0,50 | 0,50 | | | | 0,50 | 0,50 | | | | 0,60 | 0,60 | | | |
| B17 | 0,50 | 1,50 | | | | 0,50 | 1,50 | | | | 0,50 | 1,50 | | | |
| B18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B19 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |
| B20 | 0,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | | | | | | 0,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| B21 | 1,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 |
| B22 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| B23 | 1,00 | | 5,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 5,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 5,00 | 1,00 | 1,00 |
| B24 | | | | | | 0,00 | | 0,00 | | | 0,00 | | 0,00 | | |
| B25 | 1,00 | 5,00 | 3,00 | | | 1,00 | 5,00 | 3,00 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| B26 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| B27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 | | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | 0,00 |
| B28 | 1,00 | 5,00 | 3,00 | | | | | | | | 1,00 | 5,00 | 3,00 | | |
| B29 | 1,00 | 3,00 | | | | | | | | | 0,55 | 1,64 | | | |
| B30 | 0,50 | 2,50 | 2,50 | 0,50 | 0,50 | | | | | | 1,00 | 5,00 | 5,00 | 1,00 | 1,00 |
| B31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | | |
| B32 | 0,25 | | 1,25 | | | 1,00 | | 5,00 | | | 0,67 | | 3,33 | | |
| B33 | 0,00 | | 0,00 | | | 0,63 | | 1,88 | | | 0,88 | | 2,63 | | |
| B34 | 0,50 | | 2,50 | | | 1,00 | | 5,00 | | | 1,00 | | 5,00 | | |
| B35 | 1,00 | | 3,00 | | | 0,57 | | 1,71 | | | 1,00 | | 3,00 | | |
| B36 | 1,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 |
| B37 | | | | | | | | | | | 0,00 | 3,00 | | | |
| B38 | | | | | | | | | | | 1,00 | | | | 5,00 |
| B39 | | | | | | | | | | | 1,00 | | | 5,00 | |
| B40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B41 | 0,00 | | | 0,00 | | | | | | | 0,00 | | | 0,00 | |
| B42 | 0,00 | | | 0,00 | | | | | | | 1,00 | | | 3,00 | |
| B43 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B45 | 1,00 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 1,00 |
| B46 | 0,00 | | | 0,00 | | 0,00 | | | 0,00 | | 0,00 | | | 0,00 | |

| N° | Página 1 | | | | | Página 2 | | | | | Página 3 | | | | |
|------------|----------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | EB | Evaluación Barrera x Nivel Prioridad | | | | EB | Evaluación Barrera x Nivel Prioridad | | | | EB | Evaluación Barrera x Nivel Prioridad | | | |
| | | P1 | P2 | P3 | P4 | | P1 | P2 | P3 | P4 | | P1 | P2 | P3 | P4 |
| B47 | 0,00 | | | 0,00 | | 0,00 | | | 0,00 | | 0,00 | | | 0,00 | |
| B48 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B49 | 0,00 | | | 0,00 | | 0,00 | | | 0,00 | | 0,08 | | | 0,42 | |
| B50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B51 | 0,00 | | | 0,00 | | 0,00 | | | 0,00 | | 0,00 | | | 0,00 | |
| SNP | | 91 | 71 | 46 | 25 | | 73 | 72 | 35 | 17 | | 97 | 88 | 52 | 31 |

Fuente: elaboración propia

Para calcular el *Nivel de accesibilidad* de cada página evaluada de acuerdo con los perfiles de discapacidad seleccionados, se aplica la Ecuación (4.2) sumando todos los valores correspondientes a la multiplicación de *Evaluación Barrera* por el *Nivel Prioridad* y dividiéndolos por la sumatoria de *Nivel Prioridad*. A modo de ejemplo, se presenta la aplicación de la Ecuación (4.2) con los datos disponibles en Tabla 5.6 se usan los datos de la evaluación del P4 (Perfil 4) de la Pág. 1, ya que solo intervienen 15 barreras facilitando su visualización.

$$\text{Nivel de accesibilidad P4 (Pág.1)} = \frac{1,71 + 0 + 2,08 + 0 + 0,94 + 0,5 + 1 + 1,5 + 1 + 1 + 1 + 0 + 0,5 + 1 + 1}{25} * 100$$

$$\text{Nivel de accesibilidad P4 Pág. 1} = 53$$

En la Tabla 5-7, se muestran los resultados de la evaluación de accesibilidad web por los cuatro perfiles de discapacidad definidos para la validación del modelo por cada página web evaluada. También se presenta la cantidad de barreras que se tuvieron en cuenta durante la evaluación.

Tabla 5-7: Resultados - Nivel de accesibilidad

| | Página 1 | | | | Página 2 | | | | Página 3 | | | |
|---------------------------------------|----------|----|----|----|----------|----|----|----|----------|----|----|----|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P1 | P2 | P3 | P4 | P1 | P2 | P3 | P4 |
| Nivel de accesibilidad | 60 | 52 | 29 | 53 | 62 | 60 | 37 | 76 | 52 | 51 | 43 | 60 |
| Cantidad de barreras evaluadas | 23 | 24 | 20 | 15 | 19 | 22 | 17 | 13 | 25 | 26 | 22 | 17 |

Fuente: elaboración propia

La cantidad de barreras evaluadas para cada perfil cambia en el análisis de cada página, debido a que aquellas barreras que tienen elementos opcionales y no están implementados, no se tienen en cuenta para la evaluación del *Nivel de accesibilidad*.

En los resultados de la Página 1, se puede observar que la evaluación para el perfil 1 alcanzó el nivel de accesibilidad más alto, mientras que el más bajo corresponde al perfil 3. De acuerdo con la escala definida en el modelo, para la Página 1 en la evaluación bajo los perfiles 1, 2, y 4 se obtiene que es un nivel de Accesibilidad Moderado, mientras que para el perfil 3 la Accesibilidad es Deficiente.

La Página 2 obtuvo como resultados que, para el perfil que se logró el mayor nivel de accesibilidad es el 4, mientras que el perfil 3 obtuvo el menor valor. En la escala definida, los perfiles 1 y 2 obtuvieron un nivel de Accesibilidad Moderada, el perfil 3 un nivel de Accesibilidad Deficiente y el perfil 4 un nivel de Accesibilidad Alto.

Para los resultados de la Página 3, la evaluación realizada para el perfil 4 fue la más alta y nuevamente la más baja fue para el perfil 3. Los perfiles 1 y 2 obtienen en la escala definida un nivel de Accesibilidad Moderada, aunque son muy cercanos al nivel de Accesibilidad Deficiente, donde también se ubica el perfil 3. El perfil 4 tiene un nivel de Accesibilidad Moderado.

Lo anterior, evidencia la existencia de diferencias significativas entre los resultados obtenidos para los perfiles bajo los que se analizó el nivel de accesibilidad de cada sitio web. Esto indica, que no es posible tener un nivel general de accesibilidad que reconozca las necesidades concretas para cada grupo de usuarios, ya que se presentan diferentes barreras que pueden impedir o limitar el acceso, y que el impacto que estas barreras pueden tener varía de acuerdo con las condiciones de los usuarios.

Se resalta que, para las tres páginas en evaluación, los resultados para el perfil 3 son los más bajos. Este perfil corresponde a usuarios con discapacidad auditiva que sólo utilizan lengua de señas, por lo que muchos de los elementos web no cuentan con alternativas o fueron diseñados pensando en las necesidades de esta población, aumentando la posibilidad de que no puedan acceder a los contenidos que ofrecen las páginas.

Dos de los sitios web seleccionados para el caso de estudio, declararon un nivel de accesibilidad AA de acuerdo con las WCAG, que son Página 1 y Página 2. Esto implica que cumplen con los niveles de Prioridad 1 y 2, satisfaciendo varios puntos de verificación que son requerimientos básicos para que se puedan usar los documentos Web y se eliminan importantes barreras de acceso. Asociando esta declaración de accesibilidad con la escala propuesta en el modelo se esperaba que los sitios alcanzaran un nivel de Accesibilidad Alto o Moderado para todos los perfiles. Sin embargo, sólo se alcanzó un nivel de Accesibilidad Alto para la Página 2 en la evaluación del perfil 4 y se obtuvieron varios resultados en nivel de Accesibilidad moderado, pero con valores muy cercanos al nivel de Accesibilidad Deficiente.

Lo anterior permite concluir que un proceso de evaluación de accesibilidad de carácter general no refleja la realidad del sitio web si se está analizando desde la perspectiva de las necesidades concretas de los usuarios. Declarar que un sitio web cumple con lineamientos y pautas generales, demuestra que se tiene interés en ofrecer sitios web accesibles para la población con discapacidad, pero no es suficiente para que se logre un acceso efectivo por parte de cualquier usuario.

Por otro lado, para la Página 3, que no tiene declaración de accesibilidad de acuerdo con las WCAG, se esperaba un nivel de accesibilidad más alto para los perfiles 3 y 4, debido a que es un sitio web de una entidad especializada en personas sordas. Específicamente, en el caso del perfil 3 se obtuvo el menor nivel de accesibilidad, ya que a pesar de que se ofrecen alternativas con interpretación en Lengua de Señas Colombiana, no todos los elementos cuentan con ella y la estructura del sitio hace que se tengan algunas barreras incluso para esta población. Además, se resalta que la implementación de algunos elementos que están orientados a mejorar la accesibilidad para personas con discapacidad auditiva como las interpretaciones en Lengua de Señas, presentaban problemas para personas con discapacidad visual, al no estar implementadas de forma tal que no fueran tenidas en cuenta por el lector de pantalla.

Finalmente, los resultados obtenidos permiten concluir que hacer un proceso de evaluación de accesibilidad bajo el enfoque de los perfiles de discapacidad, ofrece la

posibilidad de analizar cuáles son los casos críticos y en dónde se requiere de acciones urgentes que permitan mejorar las posibilidades de acceso que ofrece el sitio evaluado.

5.2 Aplicación web soportada en modelo propuesto

Como se mencionó previamente, el modelo propuesto para evaluación de accesibilidad por tipos de discapacidad ofrece la posibilidad de que cualquier sitio web pueda ser evaluado teniendo en cuenta diferentes perfiles de discapacidad. Además, es posible definir las barreras que se tendrán en cuenta para el proceso, los pasos para su verificación y los niveles de prioridad de acuerdo con el perfil.

Con el fin de ofrecer una alternativa para facilitar la aplicación del modelo propuesto, se desarrolló una herramienta web que soporta el proceso de evaluación de accesibilidad bajo este enfoque, la cual permite, a partir de una configuración inicial de las barreras de accesibilidad y los pasos de verificación, ejecutar cualquier proceso de evaluación siguiendo los lineamientos y reglas definidos para el modelo.

Para iniciar una evaluación en la herramienta desarrollada, lo primero que se debe hacer es indicar el sitio web a ser evaluado y el perfil de discapacidad que guiará el proceso, tal como se muestra en la Figura 5-1.

Figura 5-1: Inicio del proceso de evaluación

EVALUAR Gestión de evaluación Ver tus reportes Sobre nosotros Cerrar sesión

Evaluación orientada por tipos de discapacidad

Ingrese la URL a evaluar:

Seleccione un perfil de discapacidad:

- Persona con discapacidad visual que usa lector de pantalla
- Persona con discapacidad visual que usa magnificador de pantalla
- Persona con discapacidad auditiva que usa lenguaje de señas
- Persona con discapacidad auditiva que usa el lenguaje español

Fuente: elaboración propia

Después de iniciado el proceso de evaluación, con la selección del perfil de discapacidad y del sitio web a evaluar, se listan todas las barreras de accesibilidad seleccionadas

previamente para ese perfil, indicando el elemento asociado y el estado de la evaluación. En la Figura 5-2 se presenta la forma como se visualiza esta información.

Figura 5-2: Listado de barreras a ser evaluadas

| EVALUAR Gestión de evaluación Ver tus reportes Sobre nosotros Cerrar sesión | | | | |
|--|------------------------------|--|---------------------------|-------------------------|
| El sitio web que estás evaluando es: https://ascolbi.org/ | | | | |
| Barrera | Elemento | Descripción | Estado | Evaluar |
| 1 | Title | El título de la página presenta problemas | ■ Elemento no evaluado | Evaluar |
| 2 | Lang | No define el lenguaje principal de la página en el HTML | ■ Elemento no evaluado | Evaluar |
| 3 | Texto con lenguaje diferente | La página tiene secciones de texto en idioma diferente al principal y no establece el idioma de esta sección de texto con la etiqueta lang | ■ Elemento no evaluado | Evaluar |

Fuente: elaboración propia

Cuando se inicia el proceso de evaluación de cada barrera de accesibilidad, se pregunta al usuario de la herramienta si el elemento asociado está presente en la página. Cuando el usuario da una respuesta afirmativa y si el elemento puede existir más de una vez, se pregunta la cantidad de veces que está implementado, ya que de esto dependerá cuántas veces se deben presentar los pasos de verificación. Estas opciones se pueden visualizar en la Figura 5-3.

Figura 5-3: Existencia del elemento asociado y cantidad

EVALUAR ☰

Selecciona una respuesta:

¿La página web tiene título?

[Continuar](#)

EVALUAR ☰

Cantidad de elementos

[Continuar](#)

Fuente: elaboración propia

En el modelo propuesto, cada barrera de accesibilidad web tiene asociado un conjunto de pasos de verificación, los cuales permitirán establecer si la barrera existe o no en el sitio evaluado. En la Figura 5-4 se puede ver cómo la herramienta presenta los pasos, para una barrera concreta.

Figura 5-4: Visualización de pasos de verificación

| EVALUAR | | |
|--|------------------------|-------------------------------------|
| Gestión de evaluación Ver tus reportes Sobre nosotros Cerrar sesión | | |
| El perfil para esta evaluación es de pd1 | | |
| Elemento | Validación | Cumple - No cumple |
| El título es relevante para el contenido de la página | Validación automática. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| El título tiene sentido fuera de contexto | Validación automática. | <input type="checkbox"/> |
| El título no contiene siglas | Validación automática. | <input type="checkbox"/> |
| El título tiene más de 0 caracteres | Validación automática. | <input type="checkbox"/> |
| El título no tiene más de 0 caracteres | Validación automática. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| El título incluye el nombre del sitio web | Validación automática. | <input type="checkbox"/> |
| No se identificó el nombre usado en otra página dentro de este mismo sitio web | Validación automática. | <input type="checkbox"/> |
| Evaluar | | |

Fuente: elaboración propia

Finalmente, después de evaluar todas las barreras disponibles para el perfil de discapacidad seleccionado, la herramienta se encarga de realizar los cálculos propuestos en el modelo, que son la *Evaluación Barrera* usando la Ecuación (4.1) y el *Nivel de Accesibilidad* que se obtiene aplicando la Ecuación (4.2). Como se puede ver en la Figura 5-5 se muestran los datos generales de la evaluación, la evaluación de cada barrera o si no fue tomada en cuenta cuál es la razón y el nivel de accesibilidad, que es un valor entre 0 y 100.

Figura 5-5: Resultados del proceso de evaluación

EVALUAR

[Gestión de evaluación](#)
[Ver tus reportes](#)
[Sobre nosotros](#)
[Cerrar sesión](#)

Estos son los resultados de la evaluación orientada por tipos de discapacidad:

El perfil seleccionado de discapacidad seleccionado es: pd1

La hora de inicio de la evaluación que estás haciendo actualmente es: 21:03:27

La fecha de inicio de la evaluación que estás haciendo actualmente es: 2020-05-25

El sitio web que estás evaluando es: <https://ascolbi.org/>

Estás realizando la evaluación número: 3

| Barrera | Resultado |
|--|--|
| El título de la página presenta problemas | 2.85714 |
| Existen dos o mas elemento de anclaje iguales, que van a diferente destino | Barrera que no se tiene en cuenta dado que su elemento asociado no está implementado |
| Tabla con información presenta problemas | Barrera que no se tiene en cuenta dado que su elemento asociado no está implementado |

EVALUAR

[Gestión de evaluación](#)
[Ver tus reportes](#)
[Sobre nosotros](#)
[Cerrar sesión](#)

El nivel de accesibilidad es de: 8.8311636

5.3 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se presentó el proceso de validación del modelo propuesto, determinando cuatro perfiles de discapacidad para los que se definieron un total de 51 barreras con sus respectivos pasos de verificación. Dependiendo de las características de cada barrera, éstas fueron analizadas para los perfiles más acordes, dando un nivel de prioridad según su importancia frente a las limitaciones de acceso que generarían.

Los resultados obtenidos demuestran que, al realizar un proceso de evaluación de accesibilidad de acuerdo con las características particulares de un tipo de usuario, el nivel de accesibilidad varía en comparación con otro perfil.

6.Consideraciones finales

6.1 Conclusiones

Durante el desarrollo de la tesis, fue posible identificar que existen espacios abiertos en cuanto a los mecanismos, estrategias, enfoques y métodos de evaluación de accesibilidad, que permitan no sólo obtener un indicador de los problemas encontrados en una página web, sino reconocer las diferencias y necesidades de conjuntos específicos de usuarios, para lograr resultados más acordes con la realidad.

Con el fin de responder la pregunta central de investigación de cómo evaluar la accesibilidad de un sitio web de acuerdo con tipos específicos de discapacidad, el modelo propuesto se abordó desde un enfoque de evaluación de accesibilidad, que fue denominado para esta tesis como “Evaluación orientada por características y/o necesidades específicas de los usuarios”. Se adoptó este enfoque a partir de la revisión de literatura y de trabajos experimentales realizados con usuarios, donde se determinó que el cumplimiento de una serie de lineamientos o pautas de carácter general no garantiza identificar los problemas o barreras concretas con las que se debe enfrentar un usuario con características específicas.

El modelo propuesto contempla la definición de un perfil de discapacidad, compuesto por el tipo de discapacidad y la tecnología asistiva que un usuario requiere para su interacción con la página web. Además, son definidas las barreras a las que tendría que enfrentarse un usuario al acceder a la página, con un elemento diferenciador que es la definición de pasos que orientan el proceso de evaluación de accesibilidad. Estos elementos se consideran aporte de esta Tesis.

Un aspecto relevante que se tuvo en cuenta en la definición del modelo fueron los elementos asociados a cada barrera, que dependiendo de su obligatoriedad y la cantidad

de veces que se encuentran implementados en la página web, afectan el cálculo de la evaluación de la barrera. También fueron definidos niveles de prioridad, que permiten dar más importancia a aquellas barreras que en caso de existir limitan en mayor medida el acceso a los contenidos y servicios ofrecidos para un usuario dentro del perfil en evaluación.

En el diseño del modelo no se limita a perfiles particulares o a un conjunto de barreras determinadas, sino que permite su generalización mediante la definición específica de los elementos involucrados en la propuesta y siguiendo la estrategia para ejecutar el proceso de evaluación. Es decir, el modelo propuesto para evaluación de accesibilidad web orientado por tipos de discapacidad, podría ser aplicado para cualquier conjunto de características, siempre y cuando se haga un completo proceso de alimentación inicial, con los perfiles de discapacidad, las barreras, los pasos de verificación y los niveles de prioridad.

Un elemento relevante del modelo propuesto es que permite integrar diferentes métodos de evaluación de accesibilidad, tanto manuales como automáticos, facilitando la evaluación, pero sin obtener valores desarticulados que no permitan llegar a una conclusión clara frente al nivel de accesibilidad de la página web en análisis. Con el fin de soportar el modelo se implementó una herramienta informática que integra los diferentes componentes y desarrolla el proceso planteado hasta llegar a los resultados de la evaluación.

Se cumplió el primer objetivo específico con la identificación de dos enfoques para evaluación de accesibilidad. Además, a partir de la revisión de literatura se presentan los métodos que se usan en diferentes trabajos y desde qué enfoque se ejecuta la evaluación.

La identificación y caracterización de los tipos de discapacidad a incluir en el modelo, que corresponde al segundo objetivo específico, se presentó a través de los perfiles de discapacidad contemplados en el caso de estudio, al igual que los criterios y barreras de accesibilidad propias para cada tipo de discapacidad que están asociadas con el tercer objetivo. Estos elementos fueron utilizados para la alimentación del modelo, con el fin de realizar el proceso de validación.

El cuarto objetivo se logró con el diseño y presentación detallada de cada uno de los elementos del modelo. Finalmente, el quinto objetivo está asociado con la validación a través de la aplicación en un caso de estudio, para el cual se definieron cuatro perfiles de discapacidad, un total de 51 barreras de accesibilidad y se hizo la evaluación detallada de tres (3) sitios web, dos de los cuales declaraban cumplir con un nivel de conformidad AA, según las WCAG.

Los resultados obtenidos en el caso de estudio permitieron concluir que el nivel de accesibilidad cambia de acuerdo al perfil de discapacidad para el que se haga la evaluación, evidenciando que no todos los usuarios requieren que sean tenidos en cuenta los mismos aspectos.

6.2 Trabajo futuro

Con el fin de ampliar proceso de validación del modelo, se realizarán evaluaciones de accesibilidad con otros sitios web con características diversas. Además, incluir nuevas barreras y otros perfiles de discapacidad.

Se considera como una alternativa para ampliar la validación del modelo, realizar pruebas con usuarios que estén dentro de los perfiles definidos, lo que permitiría analizar con mayor detalle las barreras definidas y sus niveles de prioridad.

A partir de su aplicación se espera realizar mejoras a la herramienta informática que soporta el modelo propuesto, en la que se realice un proceso de alimentación inicial y se pueda guiar el proceso de evaluación. Se espera que esta herramienta implemente nuevos mecanismos para evaluación automática, que facilite la ejecución de la evaluación.

Lograr determinar el nivel de accesibilidad de una página web de acuerdo a un perfil específico de discapacidad, permitiría realizar proceso de adaptación automática que permita mejorar algunas características, por lo que se espera incorporar el modelo de evaluación de accesibilidad propuesto a modelo para la accesibilidad adaptativa desarrollado en el grupo de investigación donde participa la autora, como un criterio para determinar los elementos que deben adaptarse de acuerdo a los resultados específicos de cada perfil.

6.3 Difusión de resultados

En esta sección se presentan los resultados asociados con publicaciones en revistas, libros de investigación y eventos académicos.

Artículos en revistas

- Orozco, A., Tabares, V., Duque, N. (2018). *Avaliação da Acessibilidade dos Recursos Educativos Digitais: identificando barreiras para usuários com deficiência visual total*. Observatorio, 4(3), 105-130. ISSN: 2447-4266.

Capítulos en libros de investigación

- Tabares, V., Londoño, L., Orozco, A. (2017). *Propuesta para Evaluación de Accesibilidad y Guías para Desarrollo Accesible*. En: Tecnologías para Entornos Educativos Ubicuos, Adaptativos, Accesibles e Interactivos para Todos (pp. 71-88). ISBN: 978-958-783-165-8.
- Orozco, A., Tabares, V., Duque, (2020). *Tecnologías como apoyo a procesos de educación inclusiva*. En: En proceso de edición.

Artículos en eventos internacionales

- Orozco, A., Tabares, V., Duque, N. (2017). *Evaluando la Accesibilidad de Recursos Educativos Digitales: Validación de Barreras Asociadas a Usuarios con Discapacidad Visual Total*. En: Conferencia Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles (CAVA 2017). Argentina.
- Orozco, A., Tabares, V., Duque, N. (2016). *Accesibilidad Web, una Evaluación desde la Perspectiva de Usuarios con Discapacidad Visual Total*. En: VIII Congreso Internacional en Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles – CAVA 2016. Colombia.
- Orozco, A., Tabares, V., Duque, N. (2016). *Methodology for Heuristic Evaluation of Web Accessibility Oriented to Types of Disabilities*. En: 18th International Conference on Human-Computer Interaction. Canadá.

Bibliografía

- Abou-Zahra, Shadi. 2006. "A Data Model to Facilitate the Automation of Web Accessibility Evaluations." *Electronic Notes in Theoretical Computer Science* 157(2 SPEC. ISS.): 3–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.entcs.2005.12.040>.
- Acosta-Vargas, Patricia, Tania Acosta, and Sergio Luján-Mora. 2018. "Challenges to Assess Accessibility in Higher Education Websites : A Comparative Study of Latin America Universities." XX(c): 1–10.
- Acosta-Vargas, Patricia, Luis Antonio Salvador-Ullauri, and Sergio Lujan-Mora. 2019. "A Heuristic Method to Evaluate Web Accessibility for Users with Low Vision." *IEEE Access* 7: 125634–48.
- Acosta, Tania, Sergio Luján-Mora, and Patricia Acosta-Vargas. 2018. "Framework for Accessibility Evaluation of Hospital Websites." : 9–15.
- Akpinar, M. Elgin, and Yeliz Yeşilada. 2017. "Discovering Visual Elements of Web Pages and Their Roles: Users' Perception." *Interacting with Computers* 29(6): 845–67.
- Ali, Saqib, Taiseera AlBalushi, and Ali AlBadi. 2017. "Guidelines and Deployment of Accessibility-Aware Framework Approach." *International Journal of Web Information Systems* 13(2): 114–39.
- Alsobhi, Aisha Yaquob, and Geetha Abeysinghe. 2013. "An Evaluation of Accessibility of E-Learning for Dyslexic Students." *Proceedings of the 2013 International Conference on Current Trends in Information Technology, CTIT 2013*: 1–4.
- Arias F., Hugo, Janio Jardán-Guerrero, and Carlos Ramos-Galarza. 2017. "Experiencias y Retos Del Uso de Herramientas de Asistencia En Programas de Educación Superior: Caso de Estudio de Un Estudiante Con Discapacidad Visual." *CienciAmérica* 6(1390–9592).
- Arrue, Myriam, Markel Vigo, Amaia Aizpurua, and Julio Abascal. 2007. "Accessibility Guidelines Management Framework." *Universal Access in Human- ...*: 3–10. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73283-9_1.
- Avila, Cecilia, Silvia Baldiris, Ramon Fabregat, and Sabine Graf. 2016. "Cocreation and

- Evaluation of Inclusive and Accessible Open Educational Resources: A Mapping toward the IMS Caliper.” *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje* 11(3): 167–76.
- Baazeem, Ibtehal S, and Hend S Al-Khalifa. 2015. “Advancements in Web Accessibility Evaluation Methods: How Far Are We?” *Proceedings of the 17th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*: 90.
- Bailey, Christopher, and Elaine Pearson. 2012. “Evaluation of the Effectiveness of a Tool to Support Novice Auditors.” *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility - W4A '12*: 1.
<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2207016.2207044>.
- Bandeira, Rogério, Rui Lopes, and Luís Carriço. 2011. “Results from Multi-Dimensional Accessibility Assessment.” In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, , 187–96.
- Brajnik, Giorgio. 2008. “Beyond Conformance: The Role of Accessibility Evaluation Methods.” *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* 5176 LNCS: 63–80.
- Brajnik, Giorgio. 2009. “Barrier Walkthrough.”
<https://Users.Dimi.Uniud.It/~Giorgio.Brajnik/Index.Html>.
<https://users.dimi.uniud.it/~giorgio.brajnik/projects/bw/bw.html>.
- Brophy, Peter, and Jenny Craven. 2007. “Web Accessibility Evaluation.” 55(4): 950–72.
<http://muse.jhu.edu/journals/lib/summary/v055/55.4brophy.html>.
- Capra, Eliane Pinheiro, Simone Bacellar Leal Ferreira, Denis Silva Da Silveira, and Ariane Oliveira Ferreira. 2012. “Evaluation of Web Accessibility: An Approach Related to Functional Illiteracy.” *Procedia Computer Science* 14(Dsai): 36–46.
- Carpio Brenes, María de los Ángeles. 2012. “La Tecnología Asistiva Como Disciplina Para La Atención Pedagógica de Personas Con Discapacidad Intelectual.” *Actualidades investigativas en educación* 12(1409–4703): 1–27.
- Crespo, Rubén Gonzalez, Jordánn Pascual Espada, and Daniel Burgos. 2016. “Social4all: Definition of Specific Adaptations in Web Applications to Improve Accessibility.” *Computer Standards and Interfaces* 48: 1–9.
- Fernández-Díaz, Elena, María Carmen Jambrijo, and Patricia P Iglesias. 2019. “Web Accessibility. The New Era of WCAG 2.1, the Transition to Future WCAG 3.0.” *GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología* 7(2).

- <https://pdfs.semanticscholar.org/aaea/8c48f73339e5df72b411756af278feda61f6.pdf>.
Gambino, Orazio, Roberto Pirrone, and Fabrizio Di Giorgio. 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): 305–12.
- Guenaga, M. L., Barbier, A., & Eguiluz, A. 2007. "La Accesibilidad y Las Tecnologías En La Información y La Comunicación." *TRANS. Revista de traductología*: 155–69.
- Hilera, José R., Luis Fernández, Esther Suárez, and Elena T. Vilar. 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): 1–21.
- Kaklanis, Nikolaos, Konstantinos Votis, and Dimitrios Tzovaras. 2013. "Personalised Web Accessibility Assessment Using Virtual User Models." *User Modeling for Accessibility Online Symposium*. <https://www.w3.org/WAI/RD/2013/user-modeling/paper4/>.
- Laabidi, Mohsen et al. 2014. "Learning Technologies for People with Disabilities." *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences* 26(1): 29–45.
- Laufer, Hila, and Nir Arie. 2018. "Evaluation of Web Content Accessibility in an Israeli Institution of Higher Education." *Universal Access in the Information Society* (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s10209-018-0615-7>.
- Lazar, Jonathan, and Abiodun Olalere. 2011. "Investigation of Best Practices for Maintaining Section 508 Compliance in U.S. Federal Web Sites." In *6th International Conference, UAHCI 2011*, , 498–506.
- Márquez, Sebastián et al. 2012. "Web Accessibility for Visual Disabled: An Expert Evaluation of the Inclusite® Solution." *2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2012*.
- Martínez, Loïc, and Michael Pluke. 2013. "Mandate M 376: New Software Accessibility Requirements." *Procedia Computer Science* 27(Dsai 2013): 271–80.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.030>.
- Mascaraque, Esmeralda Serrano. 2009. "Accesibilidad vs Usabilidad Web: Evaluación y Correlación." *Investigacion Bibliotecologica* 23(48): 61–103.
- Masri, Firas, and Sergio Lujan. 2010. "Análisis de Los Métodos de Evaluación de La Accesibilidad Web." *7mo Congreso Internacional de Educación Superior (Universidad 2010)* (978-959-16-1164-2): 1–10.
<http://gpsl.dlsi.ua.es/almacenes/ver.php?pdf=102>.

- May, Shane, and Qi Zhu. 2010. "A Web Accessibility Assessment on the Texas Public School System." *Universal Access in the Information Society* 9(1): 87–96.
- Ministerio de Educación Nacional. 2017. *Documento de Orientaciones Técnicas, Administrativas y Pedagógicas Para La Atención Educativa a Estudiantes Con Discapacidad En El Marco de La Educación Inclusiva*.
- Ministerio de Salud y Protección Social. 2018. *Sala Situacional de Las Personas Con Discapacidad (PCD)*.
- Miñón, Raúl, Lourdes Moreno, Paloma Martínez, and Julio Abascal. 2014. "An Approach to the Integration of Accessibility Requirements into a User Interface Development Method." *Science of Computer Programming* 86: 58–73.
- Moreno, Lourdes, Paloma Martínez, and Isabel Segura-bedmar. 2015. "Exploring Language Technologies to Provide Support To."
- Moreta, Cinthia, and Luis Baena R. 2013. "Pautas , Métodos y Herramientas de Evaluación de Accesibilidad Web." *Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias e Ingeniería*: 99–115.
<http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/viewFile/185/233>.
- Mounika, P, Deval Karia, Kshitij Sharma, and Pradipta Biswas. 2019. *Accessibility Evaluation of Three Important Indian Websites*. Springer Singapore.
http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-5974-3_21.
- Navarrete, Rosa, and Sergio Lujan-Mora. 2015. "Evaluating Findability of Open Educational Resources from the Perspective of Users with Disabilities: A Preliminary Approach." *2015 2nd International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2015*: 112–19. <https://www.w3.org/WAI/RD/2013/user-modeling/paper4/>.
- Orozco, A., Tabares, V., Duque, N. 2016a. "Accesibilidad Web, Una Evaluación Desde La Perspectiva de Usuarios Con Discapacidad Visual Total." In *VIII Congreso Internacional En Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles – CAVA 2016*,.
- Orozco, A., Tabares, V., Duque, N. 2016b. "Methodology for Heuristic Evaluation of Web Accessibility Oriented to Types of Disabilities." In *18th International Conference on Human-Computer Interaction*,.
- Orozco, A., Tabares, V., Duque, N. 2018. "Avaliação Da Acessibilidade Dos Recursos Educativos Digitais: Identificando Barreiras Para Usuários Com Deficiência Visual Total." *Observatorio*.

- Pereira, Leticia Seixas, Simone Bacellar Leal Ferreira, and Dominique Archambault. 2015. "Preliminary Web Accessibility Evaluation Method through the Identification of Critical Items with the Participation of Visually Impaired Users." *Procedia Computer Science* 67(Dsai): 77–86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.251>.
- Persson, Hans, Henrik Ahman, Alexander Arvei Yngling, and Jan Gulliksen. 2014. "Universal Design, Inclusive Design, Accessible Design, Design for All: Different Concept--Sone Goal? On the Concept of Accessibility--Historical, Methodological and Philosophical Aspects." *Universal Access in the Information Society* 14(4): 505–26.
- Power, Christopher, André Freire, Helen Petrie, and David Swallow. 2012. "Guidelines Are Only Half of the Story." *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '12*: 433–442.
- Power, Christopher, Helen Petrie, André P. Freire, and David Swallow. 2011. "Remote Evaluation of WCAG 2.0 Techniques by Web Users with Visual Disabilities." *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* 6765 LNCS(PART 1): 285–94.
- Rivas-Costa, Carlos et al. 2014. "An Accessible Platform for People with Disabilities." *International Journal of Human-Computer Interaction* 30(March): 480–94.
- Rodrigues, Laura A C, and Soraia Prierch. 2018. "Analysis , Redesign and Validation of Accessibility Resources Applied to an Official Electronic Journal for the Promotion of Equal Access to Public Acts." In *17th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, , 1–10.
- Sandhya, S, and Devi Sumithra. 2011. "Accessibility Evaluation of Websites Using Screen Reader." *Proceedings of the 2011 7th International Conference on Next Generation Web Services Practices, NWeSP 2011*: 338–41.
- Satomi Saito, Daniela, Elisa Maria Pivetta, Vania Ribas Ulbricht, and Cláudia Mara Scudelaride Macedo. 2013. "Evaluation of Accessibility with the Deaf User." *Communications in Computer and Information Science* 373(PART I): 276–80.
- Sirithumgul, Pornpat, Atiwong Suchato, and Proadpran Punyabukkana. 2009. "Quantitative Evaluation for Web Accessibility with Respect to Disabled Groups." *W4A 2009 - International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility*: 136–41.
- Sombrio, Graziela, Lane Primo, Vania Ulbricht, and Vilma Villarouco. 2016. "Blind Students' Learning Experiences--Challenges and Opportunities in Design for

Inclusion.” In *New Advances in Information Systems and Technologies*, , 1097–1106.

Southwell, Kristina L., and Jacquelyn Slater. 2013. “An Evaluation of Finding Aid Accessibility for Screen Readers.” *Information Technology and Libraries* 32(3): 34–46.

The BrailleNet Association. 2016. “AccessiWeb 2.1 Reference List.”
<http://www.brailenet.org/accessibilite/referentiel-aw21-en/index.php>.

W3C. 2005. “Introduction to Web Accessibility.”
<https://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php>.

W3C. 2008. “WCAG/Conformance.” <https://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/conformance.html>.

W3C. 2017. “Diverse Abilities and Barriers.” <https://www.w3.org/WAI/people-use-web/abilities-barriers/>.