

EAW: Evaluador de Criterios de Accesibilidad Web para Pautas Relacionadas con Discapacidad Visual y Discapacidad Motora

Yusneyi Carballo Barrera, María Gabriela Acosta Vásquez, Ronald Aguilera González
yusneyi.carballo@ciens.ucv.ve, maria.gabriela.acosta.v@gmail.com, ronald.aguilera@gmail.com

Escuela de Computación, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

Resumen: La accesibilidad Web indica la posibilidad de acceso a contenidos, servicios o productos disponibles en la WWW por parte de las personas, independientemente de su condición, discapacidad o contexto de uso. El Consorcio World Wide Web mediante la *Web Accessibility Initiative* (WAI) ha promovido el desarrollo de documentos con pautas, técnicas y recursos que ayudan a garantizar un grado de accesibilidad mayor, independientemente de la presencia de una discapacidad visual, auditiva, motriz, del lenguaje o cognitiva en el usuario, del hardware que posea o de su ubicación geográfica. Son ejemplos de estas pautas el *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) y el *Evaluating Websites for Accessibility*. Garantizar la accesibilidad Web redundante en construir una sociedad donde la comunicación mediada por tecnologías no amplíe brechas. En esta línea, surge el interés en desarrollar recursos para apoyar la evaluación de accesibilidad Web en las investigaciones del CENEAC UCV en el área de Tecnologías Educativas, creándose la Herramienta para Verificación de Criterios de Accesibilidad en Sitios Web (HEVAC) y posteriormente el Evaluador de Criterios de Accesibilidad Web (EAW). Este artículo describe las mejoras incorporadas en EAW con el objetivo de verificar en sitios Web pautas relacionadas con la discapacidad visual y la discapacidad motriz, a partir del análisis de sentencias HTML y CSS, con el posterior despliegue de los resultados de la verificación, el grado de accesibilidad del recurso, los errores encontrados, el código dónde se presentan y recomendaciones para su corrección.

Palabras Clave: Accesibilidad; Discapacidad Visual y Motora; Pautas de Accesibilidad Web; W3C WAI; W3C WCAG; HEVAC; EAW.

Abstract: Web accessibility indicates the possibility of access to content, services or products available on the WWW by people, regardless of their condition, disability or context of use. The World Wide Web Consortium through the Web Accessibility Initiative (WAI) has promoted the development of documents with guidelines, techniques and resources that help guarantee a greater degree of accessibility, regardless of the presence of a visual, auditory, motor, language disability or cognitive in the user, of the hardware that he possesses or of his geographical location. Examples of these guidelines are the Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) and the Evaluating Websites for Accessibility. Web accessibility guarantee results in building a society where mediated communication technologies not widen gaps. In this line, there is interest in developing resources to support the evaluation of Web accessibility in the CENEAC UCV research in the area of Educational Technologies, creating the Tool for Verification of Accessibility Criteria in Websites (HEVAC, Herramienta para Verificación de Criterios de Accesibilidad en Sitios Web) and subsequently the Evaluator of Web Accessibility Criteria (EAW, Evaluador de Criterios de Accesibilidad Web). This article describes the improvements incorporated in EAW with the aim of verifying in Web sites guidelines related to visual disability and motor disability, from the analysis of HTML and CSS sentences, with the subsequent deployment of the results of the verification, the degree of accessibility of the resource, the errors found, the code where they are presented and recommendations for their correction.

Keywords: Accessibility; Visual and Motor Disability; Web Accessibility Guidelines; W3C WAI; W3C WCAG; HEVAC; EAW.

I. INTRODUCCIÓN

La accesibilidad de los sitios Web está relacionada con la capacidad de acceso por parte de los usuarios, independientemente de las limitaciones que pueda presentar el

individuo o por limitaciones que se deriven del contexto de uso o características técnicas del equipo. La accesibilidad Web procura un diseño que permite a las personas navegar, entender, percibir, interactuar y aprovechar contenidos, recursos y servicios, beneficiando no solo a las personas que

presentan una discapacidad, sino también a los adultos mayores y personas que por condiciones temporales ven mermadas sus habilidades y capacidades para el uso de la tecnología [1].

La Organización Mundial de la Salud define **discapacidad** como una deficiencia, carencia o limitación en la capacidad de realizar una actividad en la misma forma o grado que se considera normal para un ser humano, incluyendo las restricciones en la participación y las limitaciones en la ejecución de actividades, en las aptitudes o en las conductas que se esperan de las personas o del cuerpo en conjunto [2].

Valdéz define la **discapacidad visual** como la alteración del sistema visual o la deficiencia en la estructura o funcionamiento de los órganos visuales, razones que ocasionan dificultad en el desarrollo normal de las actividades cotidianas que requieran el uso de la visión [3], bien sea por ceguera total, visión reducida o baja visión. La deficiencia visual es aquella visión menor de 20/400, es decir, se presenta en una persona que requiere estar a 20 pies (aproximadamente 6m) del punto observado, en comparación a la necesidad de estar a 400 pies (aproximadamente 122m) de una persona con visión normal, considerando siempre el mejor ojo y con la mejor corrección. Se considera que existe ceguera parcial cuando la visión es menor de 20/200 (cercanía de 6m, en lugar de 61m) en el mejor ojo y con la mejor corrección, o cuando independientemente de que su visión sea mejor, tiene un campo visual inferior a 20° [2].

La **discapacidad motora** o **discapacidad motriz** se puede definir como el impedimento físico o dificultad para trasladarse, controlar o mover algún miembro superior o inferior del cuerpo, debido a que no lograron desarrollarse normalmente o sufrieron algún traumatismo. Entre las principales causas de alteraciones en el sistema motriz se encuentran enfermedades como la parálisis cerebral (incluyendo la cuadriplejía y hemiplejía), distrofia muscular, esclerosis múltiple, espina bífida, artritis y la enfermedad de Parkinson [2][4].

Para desarrollar código Web accesible el Consorcio World Wide Web (W3C) publicó en el año 1999 a través de la *Web Accessibility Initiative 1* (WAI, Iniciativa de Accesibilidad a la Web) las guías o lineamientos *Web Content Accessibility Guidelines 1.0* o WCAG 1.0 [5]. En el año 2008 se publicaron las WCAG 2.0, la última versión hasta el momento [6]. También conocidas como **Pautas de Accesibilidad del Contenido en la Web**, fueron definidas para que los desarrolladores tengan a disposición una serie de criterios, técnicas y recursos que los ayuden a crear un diseño accesible y a evaluar el nivel de accesibilidad de sitios y contenidos Web.

Mientras que la WCAG 1.0 está conformada por catorce (14) pautas centradas en técnicas, la WCAG 2.0 se centra en cuatro (4) principios de nivel superior, alrededor de los cuales se organizan pautas específicas que explican cómo hacer accesibles los contenidos. Estos principios conforman el conjunto de propiedades *POUR: Perceivable, Operable, Understandable, Robust* (Perceptible, Operable, Comprensible y Robusto). Al estar centradas en principios, y no en pautas técnicas, los lineamientos de la WCAG 2.0 se mantienen vigentes aún con los cambios en las tecnologías y lenguajes de

desarrollo, pasando a ser un estándar técnico internacional en el año 2012 [7][8][9].

La WAI también ha definido criterios relacionados con la evaluación de la accesibilidad, recopilando en el documento *Evaluating Websites for Accessibility* (Evaluación de Accesibilidad de Sitios Web) lineamientos y técnicas para evaluar en forma rápida algunos de los problemas de accesibilidad e indicando procedimientos generales para verificar el cumplimiento de las pautas [10].

Verificar los principios WCAG en un sitio Web se torna una tarea tediosa, pudiendo ser mucho más compleja en función de la cantidad de enlaces y recursos que lo conforman. Por ello, se recomienda incorporar las pautas desde las etapas tempranas del diseño y a lo largo del desarrollo de las aplicaciones, contenidos o recursos. Sin embargo, es un hecho común encontrar aplicaciones y contenidos Web que no cumplen con las pautas de accesibilidad, lo cual motiva la investigación en el área y el desarrollo de aplicaciones para verificarlas, detectar errores y suministrar recomendaciones que ayuden a mejorar la creación de recursos que puedan ser usados por todos.

Con este objetivo fueron desarrolladas las herramientas que se describen en este artículo, el cual ha sido estructurado en las secciones de Motivación y Antecedentes, Desarrollo de la Herramienta EAW, Uso de la Herramienta EAW, Resultados, Conclusiones y Referencias.

II. MOTIVACIÓN Y ANTECEDENTES

En la actualidad se cuenta con aplicaciones y sitios Web que en teoría pueden ser usados por todas las personas, pero ¿realmente todos pueden acceder y hacer uso de los contenidos disponibles en la Web? La respuesta a esta pregunta es no, especialmente para las personas con discapacidad o limitación.

Aunque algunos usuarios tengan la mejor disposición para navegar por la red y posean el hardware o software necesario, los estudios realizados por Hassan y Martín [11] sobre evaluación de accesibilidad en sitios web indican, que hay barreras que se deben superar asociadas a la usabilidad, limitaciones presenten incluso en los sitios web de instituciones gubernamentales, como destacan Olalere y Lazar [12]. A manera de ejemplo, Jackson-Sanborn, Odess-Harnish y Warren reportan que al evaluar 100 páginas principales o *index* de organismos federales sólo el 60% era accesible en 2002 [13]; mientras que Loiacono, McCoy y Chin reportan que al evaluar 417 sitios Web federales y de contratistas federales, sólo el 23% cumplían con los lineamientos de accesibilidad de la Sección 508 de la Ley de Rehabilitación o “Acta de los Americanos con Discapacidad” [14][15].

Estas barreras se incrementan además para las personas con discapacidad visual o discapacidad motriz, incluso por la necesidad del uso de un dispositivo tan común como el ratón para dirigir el acceso a la información en la pantalla y la navegabilidad. Cobra importancia entonces la investigación en torno a la creación de herramientas que faciliten la verificación de pautas de accesibilidad e indiquen a los encargados del desarrollo, prueba o certificación de calidad, cuáles son las omisiones o errores presentes en el código de los sitios Web.

En relación a las herramientas para la evaluación de pautas de accesibilidad Web (WAET, *Web Accessibility Evaluation Tools*), han evolucionado en su objetivo y alcance, desde listas

de verificación de pautas, hasta herramientas que en la actualidad verifican en forma automatizada las páginas, detectando problemas de accesibilidad según necesidades de diferentes usuarios (diseñadores, desarrolladores, evaluadores, instancias de certificación, etc.) [9][14].

No todas las herramientas pueden realizar una evaluación automatizada del sitio Web completo o de todo su contenido, en algunos casos sólo pueden evaluar una página a la vez, otras se enfocan en elementos específicos en la página (p.e., menús, colores, textos, metadata de imágenes, tablas) cuyo mal diseño puede limitar el uso del recurso para las personas con discapacidad. En su mayoría, verifican criterios asociados a una de las dos normas mundialmente aceptadas, bien sea las pautas de la WCAG 2.0 para determinar la accesibilidad de la página según los niveles de conformidad y el cumplimiento de los cuatro principios POUR, o trabajan verificando los dieciséis estándares de la norma Sección 508.

En el marco de esta investigación se realizó una revisión detallada de las pautas WCAG, en sus dos versiones. También un análisis comparativo de las herramientas WAVE (*Web Accessibility Evaluation Tool*, WebAIM), TAW (Test de Accesibilidad Web, Fundación CTIC) y HERA (Hojas de Estilo para la Revisión de la Accesibilidad, Fundación SIDAR) [17][18][19].

La **Herramienta para Verificación de Criterios de Accesibilidad en Sitios Web** (HEVAC) [20] se enfocó principalmente en la evaluación de pautas definidas en la WCAG 2.0 que apoyan la accesibilidad de personas con discapacidad visual, aunque algunas de estas pautas también apoyan la accesibilidad de contenidos para personas con discapacidad auditiva y motora. Específicamente se incorporaron en los algoritmos de comprobación 25 técnicas de la WCAG 2.0 asociadas a éxitos y fallos comunes generados con la tecnología HTML, algunas de las cuales se identifican a continuación por su nombre y nivel de conformidad, organizadas según el principio que involucran:

- Principio: Perceptible

Nivel A: Campo de texto sin nombre, Enlace sin aviso de nueva página, Campo de imagen sin texto alternativo, Botón de formulario sin texto, Página con elemento en movimiento, Página con elemento de parpadeo, Página con refrescamiento automático, Enlace sin destino de referencia, Enlace de imagen sin descripción, Imagen con texto alternativo vacío. Nivel AA: Selección de formulario sin opciones.

- Principio: Operable

Nivel A: Elemento con accesibilidad vía ratón únicamente. Nivel AA: Campo de texto sin orden de tabulación. Nivel AAA: Área de imagen sin título, Conjunto de enlaces sin indexación tabulada.

- Principio: Comprensible

Nivel A: Botón de formulario sin valor, Campo del formulario sin etiqueta referenciada, Formulario sin botón de envío, Página sin indicador de lenguaje, Elementos de marcos sin título, Campo del formulario sin etiqueta referenciada. Nivel AA: Tabla sin texto de resumen, Tabla sin demarcación de título, Tabla sin celdas de cabecera,

Imagen sin enlace hacia su descripción, Celda de cabecera sin objetivo.

- Principio: Robusto

Nivel AA: Objeto o *plug-in* sin elemento de sustitución.

El **Evaluador de Criterios de Accesibilidad Web (EAW)** [4] también evalúa considerando los principios POUR y pautas que pueden apoyar la accesibilidad de personas con discapacidad visual incluidas en HEVAC, adicionando pautas para ayudar a personas con discapacidad motora, las cuales se identifican en el punto III.

Inicialmente se identifica el recurso y se indica la cantidad de problemas detectados (pautas que siempre deberían cumplirse pero presentan problemas), las advertencias (pautas recomendadas u opcionales para mejorar la accesibilidad) y el grado de accesibilidad del recurso o grado de accesibilidad de la página Web.

En un segundo nivel de detalle, más orientado a diseñadores y desarrolladores de aplicaciones, se puede consultar los resultados detallados de la verificación, con la identificación de la página Web, histórico de evaluaciones, detalles de la comprobación, descripción de los problemas encontrados, recomendaciones para su corrección y la identificación de las líneas de código en donde se encuentran.

En un tercer nivel, se puede consultar el detalle de cada uno de los errores detectados, clasificados según el principio de accesibilidad (navegabilidad, comprensibilidad, robustez), la incidencia o cantidad de apariciones en la página Web, y un resumen, con el total de elementos identificados en el recurso y el total de elementos evaluados, esta diferencia debido a que la herramienta HERA de la Fundación SIDAR solo verifica elementos en código HTML.

En la Tabla I puede verse un cuadro con las características observadas en las herramientas de accesibilidad Web analizadas y su comparación con HEVAC [4].

Tabla I: Comparación de las Herramientas para Evaluación de Accesibilidad TAW, HEVAC y HERA

Característica	TAW	HEVAC	HERA
Sistemas operativos soportados	Windows, Mac OS, Linux, AIX, Solaris, HP-UX	Cualquier que ejecute un navegador	Cualquier que ejecute un navegador
Lenguaje de Programación	Java	Java	PHP
Estándar verificado	WCAG 1.0 WCAG 2.0	WCAG 2.0	WCAG 1.0
Trabaja en modo <i>Offline</i> (versión de escritorio)	Sí aplica	Sí aplica	Sí aplica
Trabaja en modo <i>Online</i>	Sí aplica	Sí aplica	Sí aplica
Idiomas	Español, inglés, gallego y catalán	Español	Español, alemán, portugués, catalán, inglés, francés, gallego, italiano, danés, rumano y serbio

Evaluación de múltiples páginas en un mismo ciclo de revisión	Sí lo permite	No lo permite	No lo permite
Reporte de resultados	Sí lo permite, los presenta en versión HTML	Sí lo permite, los presenta en versión HTML	Sí lo permite, disponibles para la descarga en formatos XHTML, RDF y PDF
Almacenamiento de resultados en base de datos	No aplica	No se dispone de información	Sí, por 7 días
Licencia	Propietario	Open Source	Open Source

La Figura 1 muestra un ejemplo del reporte generado por HEVAC para la evaluación de una página Web.

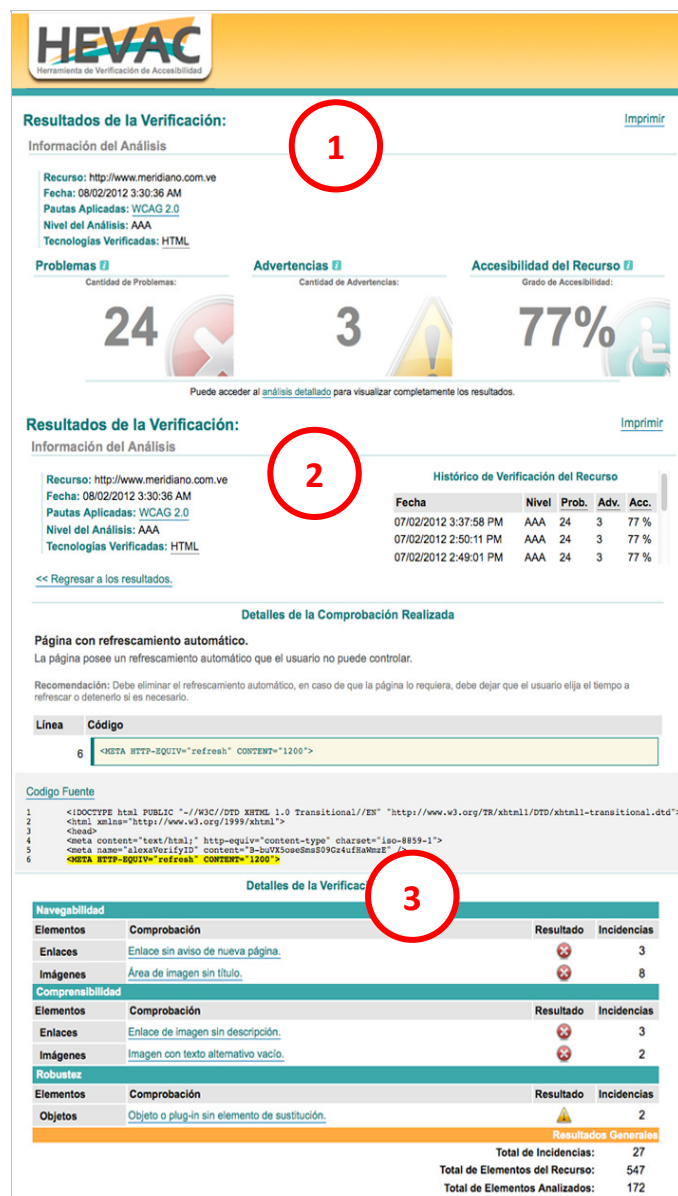


Figura 1: Reporte de Resultados de la Verificación de una Página Web Utilizando HEVAC

III. DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA EAW

Considerando la conveniencia de ampliar el alcance de HEVAC y de continuar con las investigaciones en el área de la accesibilidad Web, nos enfocamos en diseñar y desarrollar una nueva aplicación que incluyera funcionalidades no disponibles en HEVAC, creándose así el Evaluador de Criterios de Accesibilidad Web, EAW.

A. Objetivo y Alcance

El objetivo principal de EAW es indicar a diseñadores y desarrolladores Web el nivel de accesibilidad de los recursos evaluados, orientarlos en la solución de errores y ayudar a quienes asisten a los usuarios que presentan algún tipo de discapacidad visual o motriz a seleccionar las páginas Web con la mejor accesibilidad y usabilidad. Entre las mejoras incorporadas en la herramienta destacan:

- Considera criterios pertenecientes a pautas relacionadas con discapacidad visual y motriz que pueden ser verificados en forma automática, a fin de apoyar los cuatro principios del estándar WCAG 2.0: crear contenidos perceptibles, operables, comprensibles y robustos.
- Evalúa código HTML y CSS.
- Almacena un historial de resultados para posteriores consultas, con la opción de actualizar una revisión ya existente o eliminarla. Esto facilita mantener un historial de páginas Web evaluadas.
- Los usuarios pueden agregar un comentario a cada evaluación, lo cual permite responder consultas relacionadas con la accesibilidad del recurso.
- Evalúa múltiples páginas Web en una sola revisión, partiendo del URL suministrado y sus enlaces de primer nivel.

A continuación se indican algunas de las pautas que fueron incorporadas a EAW para ampliar la evaluación de criterios de accesibilidad, especialmente relacionadas con el apoyo a personas con discapacidad motora:

- Principio: Perceptible
 Pauta 1.3: Adaptabilidad, creación de contenido flexible que pueda presentarse de diversas maneras, sin perder parte de la información, ni estructura, al tener que adaptarse a otras modalidades y tecnologías.
- Principio: Operable
 Pauta 2.1: Acceso por medio del teclado, permitiendo que toda funcionalidad pueda ser operable a través del mismo.
 Pauta 2.2: Tiempo suficiente, considerando un tiempo promedio prudencial para poder transmitir la información de manera efectiva, sean textos, audios o videos, y permitir interactuar con la aplicación.
- Principio: Comprensible
 Pauta 3.2: Desarrollo de páginas Web que aparezcan y se manejen de manera predecible, incluyendo un adecuado manejo de foco, de la entrada de datos, una navegación consistente y cambios de petición solo a solicitud del usuario.
 Pauta 3.3: Ayuda a los usuarios para evitar y corregir los errores.

- Principio: Robusto

Pauta 4.1: Compatibilidad, maximizándola para los agentes de usuario actuales y futuros, incluyendo los productos de apoyo y la tiflotecnología.

B. Arquitectura de la Aplicación y Proceso de Verificación

La interacción con la herramienta se realiza a través de un sitio Web desarrollado con páginas dinámicas en PHP, el cual, a partir de datos de entrada proporcionados por el usuario puede realizar una nueva evaluación de los criterios de accesibilidad o mostrar una evaluación previa guardada en el historial (ver Figura 2 [4]).



Figura 2: Página Principal de EAW

La aplicación fue desarrollada bajo arquitectura Modelo-Vista-Controlador. Consta de diez componentes principales, conformados por tres vistas (página de inicio o vista *index*, página de nueva evaluación o vista *create* y página de resultados o vista *show*), un controlador, cinco modelos (*webpage*, *child*, *comment*, *tag* y *css*), además de una base de datos MySQL, como puede observarse en el diagrama de componentes de la Figura 3.

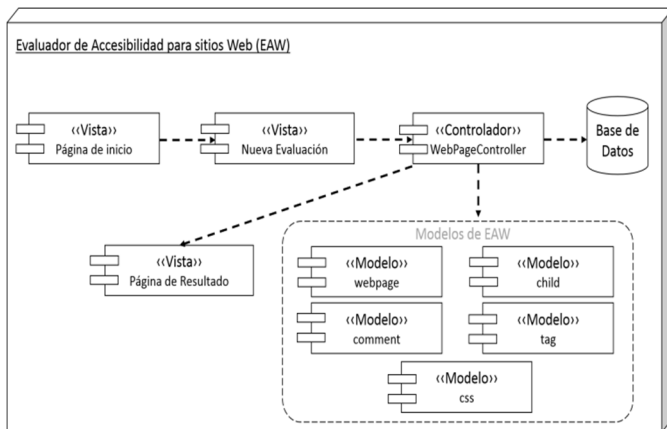


Figura 3: Diagrama de Componentes de EAW

Si el usuario elige la opción de realizar una nueva evaluación se le solicita el URL de la página Web, el nombre con el cual será identificada en el historial y el tipo de evaluación. Se puede elegir entre verificar por principios de accesibilidad (perceptible, comprensible, operable, robusto) o por niveles de conformidad (A-AA-AAA), el botón con signo de interrogación remite al usuario a una ayuda donde se le orienta

sobre los principios de accesibilidad y niveles de conformidad, como puede observarse en la Figura 4.

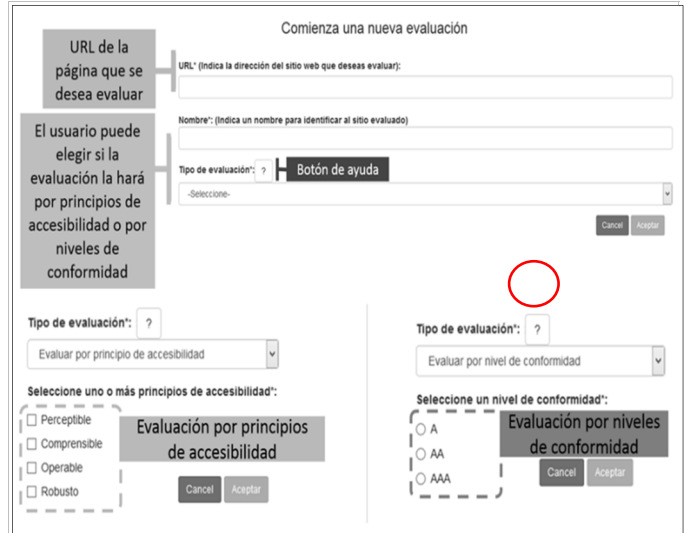


Figura 4: Datos y Opciones para la Evaluación de una Página Web en EAW

El proceso de evaluación tiene una secuencia de eventos que inicia con el despliegue de la vista *index*, la cual muestra el historial de evaluaciones y la opción “Nueva evaluación”. Si el usuario elige evaluar un nuevo recurso, el enrutador recibe la petición, se comunica con el componente *WebPageController* (controlador) y se despliega al usuario la interfaz para indicar los datos de entrada del recurso (página Web) mediante la vista *create*.

Al enviar los datos, el método *store* los verifica, incluyendo que se suministre un URL válido, para lo cual se utiliza el método *validateURL* y el modelo *Webpage*, adicionalmente se verifica e informa si existen evaluaciones previas del recurso. Si no se ha registrado previamente una evaluación del recurso en el historial, se procede a crear una nueva entrada en la base de datos, utilizando los modelos *webpage*, *child* y *comment*.

El controlador suministra el URL verificado y bien formado al paquete *cURL* [21] a fin de crear un objeto *DOMDocument* de la página Web, considerando el URL suministrado como la raíz del árbol de enlaces [22][23], esto permitirá acceder al código de la página, principalmente su HTML y CSS. El controlador realiza peticiones a los modelos *tag* y *css* para ejecutar las evaluaciones de los criterios de accesibilidad en los elementos codificados en estos lenguajes de etiquetado según pautas específicas del WCAG 2.0.

Finalmente cada modelo suministra al controlador los resultados que son desplegados al usuario por la vista *show*. En la Figura 5 se observa el diagrama de secuencia para la evaluación de un nuevo recurso por principio de accesibilidad.

El reporte de resultados de EAW se realiza con un despliegue progresivo de información, iniciando con la identificación de la página Web evaluada, una captura de pantalla de la página y sus enlaces de primer nivel, los botones de opciones, la accesibilidad global del recurso y la sección de comentarios.

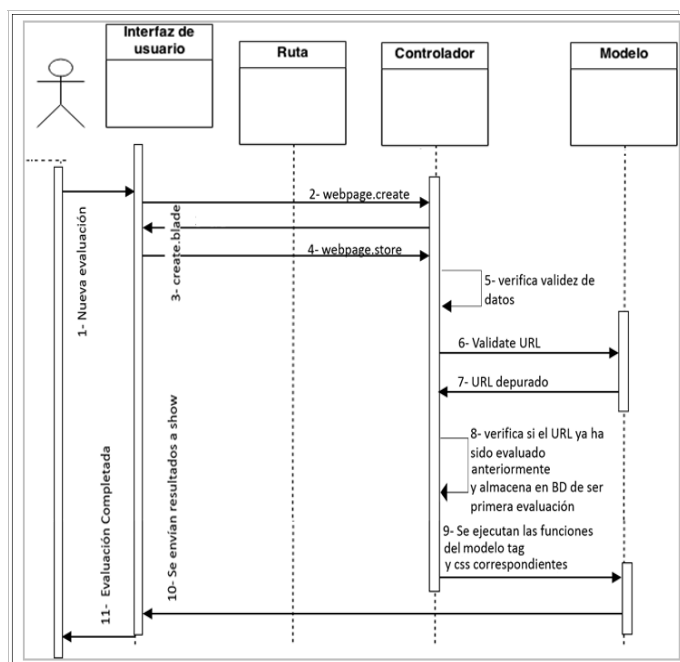


Figura 5: Diagrama de Secuencia para la Evaluación de un Recurso en EAW

En un segundo nivel de detalle, se presentan los resultados de cada elemento evaluado en la página agrupados por etiqueta HTML y una tabla con detalles más específicos como el número de línea en donde fue detectado el error, los atributos involucrados, el principio y si se aprueba o no el criterio de accesibilidad, como puede observarse en la Figura 6.

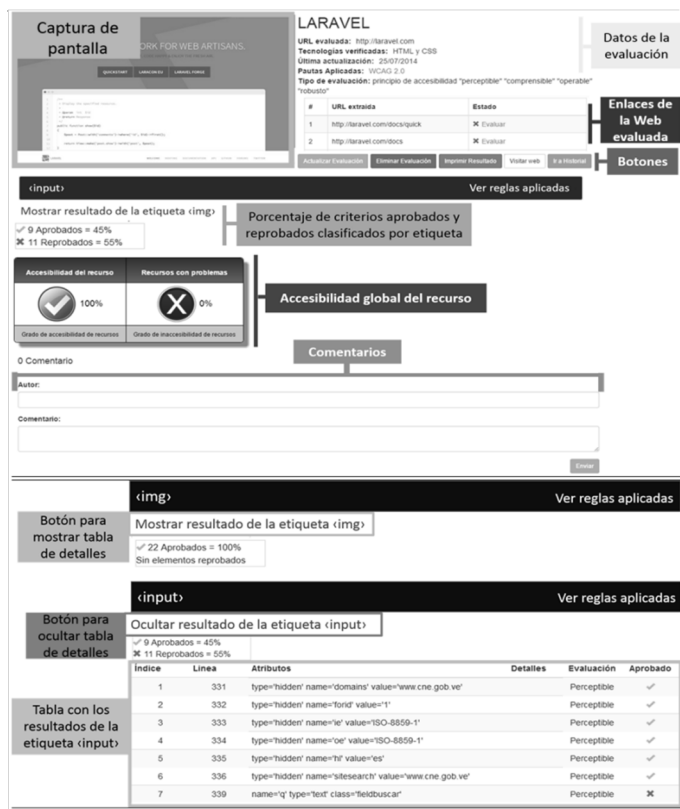


Figura 6: Reporte de Resultados de la Evaluación de un Recurso en EAW

C. Método de Desarrollo y Tecnologías

Se utilizó una metodología de desarrollo ad-hoc, incorporando principios de Programación Extrema (XP) y utilizando algunos artefactos UML para la documentación en las fases de planeación y diseño, entre otros, bocetos de interfaces y diagramas de casos de uso (en lugar de historias de usuario); diagrama de componentes, diagramas de secuencia, diagrama entidad-relación, diagrama de navegación de la aplicación.

Para crear la herramienta se utilizaron las tecnologías Laravel como *framework* de desarrollo, PHP 5.4.3, HTML5, JavaScript, Bootstrap para el diseño de una interfaz adaptativa con CSS3, MySQL como manejador de bases de datos, utilizando un servidor Web Apache. Para la gestión de la información de los URLs, comprobar la existencia del URL a evaluar, explorar el contenido de la página Web, obtener su árbol de enlaces y copiar el contenido del URL, se utilizó el paquete cURL de la librería libcurl. Compatible con PHP, cURL permite la conexión y comunicación con diversos servidores y protocolos, entre otros, http, https, ftp, gopher, telnet, dict, file y ldap [4][21].

En la Tabla II se muestra una comparativa entre las herramientas EAW, TAW y HEVAC, pudiéndose visualizar de manera más concreta características comunes y diferencias [4].

En el proceso de desarrollo se realizaron pruebas unitarias a las funcionalidades. Una vez desarrollada EAW, se verificó la usabilidad de la aplicación con la participación de diez (10) usuarios con distinto nivel de experiencia en uso de aplicaciones Web y con perfiles de desarrollador de aplicaciones, docente y público general.

Tabla II: Comparación de las Herramientas para Evaluación de Accesibilidad TAW, HERA y EAW

Características	TAW	HEVAC	EAW
Pautas	WCAG 1.0, WCAG 2.0, MobileOK	WCAG 2.0	WCAG 2.0
Tecnologías soportadas	HTML, CSS, JavaScript (parcialmente)	HTML	HTML, CSS
Técnicas HTML	Completa	Parcial, criterios de discapacidad visual	Parcial, criterios de discapacidad visual y motriz
Selección del nivel de conformidad (A-AA-AAA)	Sí	Sí	Sí
Selección de principios de accesibilidad	No	Sí	Sí
Clasificación de comprobaciones	Por numeración de criterios de éxito	Según técnicas propias de la herramienta	Por principios de accesibilidad y niveles de conformidad
Se indican las comprobaciones no realizadas	Sí	No	Parcialmente, se indica el número de errores suministrado por el servicio de validación de marcado de la W3C [24]

Agrupación de resultados por principios	Sí	Sí	Si
Consejos de desarrollo	No (suministra enlace a la página de la técnica en el sitio WCAG)	Sí	Si
Se indican el grado de accesibilidad	No	Sí	Si
Pre-visualización de la página evaluada	Sí	No	Si
Se destaca el problema en el código fuente	Sí	Sí	Si
Exportación e impresión de resultados en PDF	No	Sí	Si
Registro histórico de verificaciones	No	Sí	Si
Verificación de tecnología HTML	Sí	Sí	Si
Verificación de tecnología CSS	Sí	No	Si
Incorporación de comentarios del usuario	No	No	Si
Revisión de las páginas hijas del URL	Sí	No	Si

Luego de utilizar EAW los usuarios respondieron un cuestionario con doce (12) preguntas, siete (7) obligatorias de selección simple y cinco (5) opcionales de respuesta abierta. De esta prueba se obtuvieron sugerencias para mejorar los textos de ayuda que explican los criterios de accesibilidad verificados y funcionalidades, el despliegue de información del historial de páginas Web, la búsqueda de las páginas registradas, la explicación de los resultados detallados de los errores, entre otras. Ante la solicitud de evaluar la funcionalidad general de la aplicación en una escala de 1 (mínimo) a 10 (máximo), el 70% de los usuarios la calificaron con el máximo puntaje de 10, el 20% la calificó con 9 y el 10% con 8. En términos globales las opiniones fueron favorables, destacando que la herramienta es intuitiva en su uso, además de útil para las personas con discapacidad, para quienes los apoyan en el uso de aplicaciones Web y para los desarrolladores.

Finalmente, una instancia de EAW fue sometida a evaluación para identificar y corregir problemas de accesibilidad, lo cual se describe en la próxima sección.

IV. USO DE LA HERRAMIENTA EAW

Como se ha mencionado anteriormente, la herramienta EAW extendió el alcance de la verificación para incluir criterios relacionados con la accesibilidad de usuarios con discapacidad motriz, complementando los asociados a la discapacidad visual incluidos en investigaciones previas.

Estas dos categorías son de interés por ser comunes en la población, no sólo como condiciones de nacimiento o congénitas, sino como consecuencia de accidentes, enfermedades o por el avance en la edad. Incluyen deficiencias

físicas, limitaciones de la actividad y restricciones de la participación que también afectan a usuarios de aplicaciones, servicios y productos Web. La OMS estimó que para el 2011 más de 1000 millones de personas vivían en todo el mundo con alguna forma de discapacidad; para 2014 había aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones eran ciegas y 246 millones presentaban baja visión [2]. Tomando en cuenta que la población está envejeciendo, que el riesgo de discapacidad es superior entre los adultos mayores y también que aumentan las enfermedades crónicas (diabetes, cardiovasculares, cáncer y trastornos de la salud mental), la OMS, indica que la prevalencia de la discapacidad seguirá aumentando en años futuros [25].

Estas estadísticas deben llamar a concientizarnos sobre la importancia de crear recursos que cumplan con los principios de accesibilidad para garantizar un diseño universal, entendido como el diseño de productos, servicios o entornos para la mayor cantidad de usuarios posible, sin que tengan que ser adaptados o rediseñados. Estos principios generales del diseño, son aplicables en la arquitectura, la ingeniería y también en la informática [26].

EAW se utilizó para evaluar sitios Web correspondientes a instituciones públicas y privadas, en áreas que consideramos de importancia para el acceso a servicios, a contenidos y el desarrollo de la ciudadanía digital, sitios web en donde se debería garantizar la accesibilidad a la información y a los medios electrónicos de manera segura y comprensible [27]. Ejemplos de los resultados de estas evaluaciones se presentan en la Tabla III, mostrando el porcentaje de accesibilidad, de recursos con problemas y el error de mayor incidencia en un conjunto de sitios Web relacionados con los sectores educación universitaria, instituciones gubernamentales y banca.

Tabla III: Uso de EAW para Evaluación de Sitios Web de Instituciones en el Sector Educativo, Salud y Gobierno (2014)

Característica Sitio Web	Porcentaje de accesibilidad del sitio Web	Porcentaje de recursos con problemas	Error con mayor incidencia
Escuela de Computación UCV	93,27%	6,73%	a
Escuela Biología UCV	84,78%	15,22%	b
UCAB, Caracas	99,71%	0,29%	b
USB	91,48%	8,52%	a
Consejo Nacional Electoral	85,11%	14,89%	c
Gobernación de Miranda	85,11%	14,89%	c
Seniat	51,75%	48,25%	c
Banco de Venezuela	91,99%	8,01%	a
Banesco	83,05%	16,95%	a
Banco Mercantil	97,05%	2,95%	b

Los errores de mayor incidencia fueron:

- a. Uso del mismo valor para el atributo name en la etiqueta <a>, es decir, varios enlaces tienen el mismo nombre y esto ocasiona ambigüedad al momento de orientar al usuario en la navegación de la página Web.

- b. La etiqueta `` debe tener el atributo `alt`, lo cual se traduce en que no se incluyó texto alternativo para señalar la existencia de la imagen y describirla. Si la imagen no puede ser mostrada por el navegador o la página está siendo usada por una persona con discapacidad visual, el atributo `alt` permitiría indicar la presencia de la imagen, así como describirla, en la traducción de texto a voz del contenido de la página con el apoyo de alguna herramienta tiflotecnológica.
- c. En las tablas debe utilizarse las etiquetas `<tr>` y `<th>`, esto implica que las tablas deben presentar una estructura correcta, completa en sus etiquetas y atributos, y con delimitación de filas, celdas de título, celdas de datos y título que identifique a la tabla.

Otro error detectado con frecuencia fue la falta del atributo `tabindex` en los campos de los formularios, lo cual dificulta establecer el orden en que se recorren los campos utilizando el teclado, opción utilizada tanto por las personas con discapacidad motora, como con discapacidad visual.

Analizando los resultados de EAW para esta muestra de diez (10) sitios Web, sólo el 50% presenta un porcentaje de accesibilidad superior al 90%. Debe destacar que los sitios con el menor porcentaje de accesibilidad se relacionan con servicios bancarios y tributarios, en este caso, el sitio web de Banesco (83,05%) y del Seniat (51,75%).

El 20% (2 de 10) presenta menos del 5% de errores en los criterios de accesibilidad verificados, el 40% presenta entre 5% y 15% de criterios con problemas, y el 30% tiene más de 15% de criterios con errores de accesibilidad. En este indicador también destaca el sitio web del Seniat con 48,25% de recursos con problemas de accesibilidad.

En términos generales, las dificultades que comúnmente afectan el acceso de las personas con limitación o discapacidad motora están relacionadas con el uso del ratón, el teclado y las pantallas táctiles como dispositivos para orientar la navegación y la selección de opciones en el sitio Web.

En el caso del uso del ratón puede que los usuarios no tengan la precisión o coordinación necesaria para ejecutar los movimientos; en el caso del teclado necesitan tener la fuerza y precisión para teclear, y en las pantallas táctiles la precisión, presión, control del tiempo y del movimiento para escribir o seleccionar las opciones. Algunas personas mayores y personas afectadas por la artritis u otras inflamaciones en las extremidades superiores, codos, manos, presentan dolores en las articulaciones que pueden causar fatiga y limitar el tiempo de empleo del ratón o del teclado.

En el caso de las personas con discapacidad visual, las limitantes más comunes se relacionan con no poder tener acceso a toda la información incluida en la página Web, no poder modificar el tamaño en que se presentan los contenidos o el uso de colores que no tienen buen contraste.

En las páginas Web se incorporan estructuras mal diseñadas, en especial tablas, capas, marcos, imágenes, animaciones, videos, botones e hipervínculos. También es común que no se incluyan identificadores únicos, metadatos, descripciones y textos alternativos. Estos errores son muy comunes a pesar de

la existencia de pautas de accesibilidad Web que todo diseñador y programador debería conocer y emplear.

Es importante realizar una correcta programación de estos elementos, en cuanto a etiquetas y atributos HTML o CSS que los conforman, pero también incluir información descriptiva, de manera que usuarios con discapacidad visual puedan valerse de otros canales de percepción para acceder a los contenidos. Estos usuarios pueden recurrir a técnicas como el cambio de tamaño de las fuentes, combinaciones de colores con un alto contraste o apoyarse en el uso de software o dispositivos de hardware, por ejemplo, el uso de magnificadores de pantalla, ampliadores de imagen, sintetizadores de voz, grabadoras de sonido e incluso salidas en Braille, entre otras herramientas tiflotecnológicas.

Otra evaluación importante que se realizó en el marco de esta investigación se aplicó sobre la misma herramienta EAW. Debido a que también es una aplicación Web, era lógico y necesario verificar su grado de accesibilidad. Para ello se realizó una evaluación de pautas según los principios de accesibilidad (perceptible, comprensible, operable, robusto) sobre una versión espejo. Se detectaron algunos errores que fueron corregidos y se repitió la verificación hasta obtener como resultado un 100% de accesibilidad del recurso y un 0% de elementos con problemas, sobre 167 elementos evaluados que incluyeron etiquetas de títulos, imágenes, tablas, párrafos, hipervínculos, campos y nombres de campos. También se realizó la evaluación de EAW mediante el *W3C Markup Validation Service*, identificándose errores asociados a pautas que no están incluidas entre las verificaciones propias de la herramienta.

V. RESULTADOS

El resultado principal es el desarrollo del Evaluador de Accesibilidad Web, herramienta que permite la verificación del nivel de accesibilidad de una página Web e indica los errores encontrados en los recursos evaluados en ella. Esta herramienta amplía el alcance de investigaciones previas del CENEAC, específicamente de la aplicación HEVAC, al incluir criterios relacionados con la discapacidad motriz y la validación de código en estilos CSS, además de los criterios relacionados con la discapacidad visual y la verificación de HTML. EAW es una aplicación Web, disponible en línea, de libre acceso, que no requiere un proceso de instalación.

En un nivel más detallado, EAW identifica y destaca en su reporte de resultados las sentencias con errores, indica la naturaleza del problema según el criterio incumplido clasificando por etiqueta y por principio de accesibilidad, suministra recomendaciones para corregir cada error y permite socializar las evaluaciones mediante los comentarios que se pueden agregar a cada evaluación realizada.

Para cada URL suministrado, se obtiene una evaluación de la página Web a la cual enlaza y de las páginas que conforman el primer nivel de hipervínculos disponibles. Estas evaluaciones están a disposición del usuario en un historial de páginas revisadas, con la posibilidad de eliminar un resultado o actualizar una evaluación sin necesidad de volver a registrarla.

VI. CONCLUSIONES

En este estudio se utilizan los criterios para el desarrollo Web accesible y para la evaluación de accesibilidad desarrollados

por la W3C a través de la *Web Accessibility Initiative* (WAI), en especial las pautas del estándar WCAG 2.0. Sin embargo, otros lineamientos de importancia para un correcto diseño, usabilidad y accesibilidad de recursos informáticos se compilan en los estándares de la ISO, AENOR, y ANSI [28][29], entre otros, en la Sección 508, la Norma Requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web (UNE 139803:2012) y en la *Accessible Rich Internet Applications* (WAI-ARIA).

El beneficio de herramientas como HEVAC y EAW tiene un alcance más amplio que el entorno de los desarrolladores de aplicaciones y sitios Web. Pueden ser usadas por personas encargadas de seleccionar, recomendar o evaluar recursos con fines educativos, informativos, acceso a gobierno electrónico, gestión en línea, servicios públicos y a plataformas en línea, en donde debe garantizarse que todas las personas puedan realizar trámites, consultar información o utilizar productos y servicios.

Indiscutiblemente la información proporcionada por medio del Internet debe estar a disposición de la mayor cantidad de personas, más aún cuando vivimos en una sociedad que debe promover la inclusión. Es por ello que no se puede descuidar o ignorar las necesidades de los usuarios que presentan alguna limitación o discapacidad.

El proceso de verificación que se realizó con HEVAC y con EAW dejó entrever que un gran número de páginas Web de instituciones de educación superior, gobierno y banca se enfocan en entregar un diseño de calidad, en algunos casos con excelente presentación de contenido gráfico y textual, pero descuidan los aspectos de accesibilidad, dificultando su navegación y uso, especialmente por parte de personas con discapacidad visual o motora.

Es fundamental que se haga del diseño accesible una norma, garantizando el acceso a la información y servicios, no agravando la brecha digital o infoexclusión. En palabras de Tim Berners-Lee, creador de la World Wide Web, el poder de la Web está en su universalidad, siendo un aspecto esencial garantizar el acceso de todos, independientemente de su condición o discapacidad (Figura 7).

"The power of the Web is in its universality. Access by everyone regardless of disability is an essential aspect".

Sir Tim Berners-Lee.

Figura 7: El Poder de la Web Reside en su Universalidad

REFERENCIAS

- [1] WAI, *Web Accessibility Initiative*, Consorcio World Wide Web (W3C), <http://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accessibility>.
- [2] OMS, *Discapacidades*, Organización Mundial de la Salud, <http://www.who.int/topics/disabilities/es>.
- [3] L. Valdez, *Discapacidad Visual*, Departamento de Educación Especial, Dirección Provincial de Educación del Guayas, Ecuador, 2011.
- [4] M. Acosta, *Evaluador de Criterios de Accesibilidad Web para Pautas Relacionadas con Discapacidad Visual y Discapacidad Motora*, Trabajo Especial de Grado, Licenciatura en Computación, Universidad Central de Venezuela. 2014.
- [5] W3C-WAI, *Introducción a la Accesibilidad Web*, <http://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accessibility>
- [6] WCAG 1.0, *Web Content Accessibility Guidelines 1.0*, W3C-WAI, <https://www.w3.org/WAI/intro/wcag10docs>
- [7] WCAG 2.0, *Web Content Accessibility Guidelines 2.0*, W3C-WAI, <https://www.w3.org/TR/WCAG20>
- [8] S. Luján Mora, *Accesibilidad Web*, Universidad de Alicante, <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=pautas-accesibilidad-contenido-web>
- [9] WebAIM, *Constructing a POUR Website, Putting People at the Center of the Process*, <http://webaim.org/articles/pour>
- [10] *Evaluating Accessibility*, W3C-WAI, <https://www.w3.org/WAI/eval/Overview.html>
- [11] Y. Hassan y F. Martín, *Qué es la Accesibilidad Web*, No Solo Usabilidad, ISSN 1886-8592, 2013, <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/accesibilidad.htm>
- [12] A. Olalere and J. Lazar, *Accessibility of U.S. Federal Government Home Pages: Section 508 Compliance and Site Accessibility Statements*, Government Information Quarterly, vol. 28, no. 3, pp. 303-309, 2011.
- [13] E. Jackson-Sanborn, K. Odess-Harnish, and N. Warren, *Website Accessibility: A Study of Six Genres*, Library Hi Tech, vol. 20, no. 3, pp. 308-317, 2002.
- [14] E. Loiacono, S. McCoy, and W. Chin, *Federal Website Accessibility for People with Disabilities*, Information Technology Professional, vol. 7, no. 1, pp. 27-31, 2005.
- [15] *Government-wide Section 508 Accessibility Program (GSA)*, <https://www.section508.gov>
- [16] WebAIM, *Accessibility Evaluation Tools*, <http://webaim.org/articles/tools>
- [17] WebAIM, *Web Accessibility Evaluation Tool*, <http://wave.webaim.org>
- [18] TAW, *Test de Accesibilidad Web*, Fundación CTIC, España, <http://www.tawdis.net>
- [19] HERA, *Hojas de Estilo para la Revisión de la Accesibilidad*, Fundación Sidar, España, <http://www.sidar.org/hera>
- [20] R. Aguilera, *Desarrollo de una Herramienta para Verificación de Criterios de Accesibilidad en Sitios Web*, Trabajo Especial de Grado, Licenciatura en Computación, Universidad Central de Venezuela, 2012.
- [21] PHP.net, *Biblioteca URL Cliente cURL*, The PHP Group, <http://php.net/manual/es/book.curl.php>
- [22] W3Schools, *The HTML DOM Document Object*, https://www.w3schools.com/jsref/dom_obj_document.asp
- [23] PHP.net, *Clase DOMDocument*, The PHP Group, <http://php.net/manual/es/class.domdocument.php>
- [24] W3C, *Markup Validation Service*, <https://validator.w3.org>
- [25] OMS, *Resumen Informe Mundial sobre la Discapacidad*, Organización Mundial de la Salud, 2011.
- [26] NCSU, *Universal Design Resources*, Center for Universal Design, College of Design, North Carolina State University, https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/about_ud.htm
- [27] AGESIC, *Gobierno en Red*, Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento, Uruguay Digital, <https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/v/168/1/agesic/principios-y-lineamientos-.html?idPadre=26>
- [28] C. Varela, A. Miñán, J. Hilera, F. Restrepo, H. Amado, M. Córdova y A. Villaverde, *Estándares y Legislación sobre Accesibilidad Web*, en las memorias del IV Congreso Internacional ATICA, Loja, Ecuador, pp. 46-53, 2012.
- [29] *Normas de Accesibilidad*, Portal de Administración Electrónica, Ministerio de Hacienda y Función Pública, Secretaría General de Administración Digital, Gobierno de España, http://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Estrategias/pae_Accesibilidad/pae_normativa/pae_elInclusion_Normas_Accesibilidad.html