

Evaluación de accesibilidad en sitios web educativos

Evaluation of Accessibility to Educational Web Sites

Valentina Tabares^{*} Néstor D. Duque^{**} Jimena Flórez^{***} Natalia Castaño^{****} Kharla J. Ruiz^{*****}

Para citar este artículo: V. Tabares; N. Duque; J. Flórez; N. Castaño y K. Ruiz (2015). Evaluación de accesibilidad en sitios web educativos. *Revista Vínculos*, 12(1), 29-40.

Recibido: 10-agosto-2014 / **Modificado:** 20-agosto-2014 / **Aprobado:** 01-septiembre-2014

Resumen

Ofrecer sitios web accesibles es un interés que ha ganado fuerza en la sociedad actual, por lo que se debe seguir trabajando en la definición y seguimiento de pautas para el diseño de páginas web orientadas a toda la comunidad, independiente de sus condiciones. Adicional a esto, se requieren herramientas que permitan evaluar el cumplimiento de estos criterios, pues son un instrumento fundamental para identificar problemas y su posterior solución. Este trabajo presenta una propuesta para evaluación de la accesibilidad web y se realiza su aplicación a sitios que apoyan procesos de aprendizaje clasificados en dos grupos: repositorios de objetos de aprendizaje y sitios web para cursos virtuales. Se emplea una herramienta para validación automática y un instrumento para evaluación manual. Los resultados evidencian que aún se requiere de un mayor trabajo para ofrecer sitios web accesibles.

Palabras clave: Accesibilidad web, evaluación de accesibilidad, validadores, WCAG.

Abstract

Providing accessible websites is an interest that has been gaining strength in today's society, so it must continue working on the definition and monitoring of guidelines for website design oriented to all communities regardless of their condition. In addition to this, tools to assess compliance with these criteria are required, because they are an essential tool to identify problems and subsequent solution. This paper presents a proposal for evaluation of web accessibility and its application to websites that support learning processes classified into two groups performed: Learning Object Repositories and websites for virtual course. A tool for automatic validation and a tool for manual evaluation is used. The results show that still requires further work to provide accessible websites.

Keywords: Web Accessibility, Accessibility Evaluation, Validators, WCAG.

* Administradora de Sistemas Informáticos, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Magister en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Estudiante del Doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. vtbaresmo@unal.edu.co

** Doctor en Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. ndduqueme@unal.edu.co

*** Estudiante Administración de Sistemas Informáticos, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. jiflorezch@unal.edu.co

**** Estudiante Administración de Sistemas Informáticos, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. ncastanor@unal.edu.co

***** Estudiante Administración de Sistemas Informáticos, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. kjuizc@unal.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

El problema de la accesibilidad ha ganado gran importancia para la sociedad actual, teniendo en cuenta que, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), al comienzo del siglo XXI existían casi 55 millones de personas con distintos tipos de discapacidad viviendo en Iberoamérica, cifra que va en aumento [1], y en reporte mundial se afirma que un billón de personas viven con alguna discapacidad y de estos 150 millones son niños en edad escolar [2]. Para asegurar que se ofrezcan sitios web accesibles a esta comunidad es necesario que programadores y diseñadores web trabajen en la construcción de sitios que cumplan las diferentes pautas, pero además, se deben ofrecer herramientas para evaluación que permitan verificar que realmente se cumplen estos criterios.

La evaluación automática es de gran importancia al momento de evaluar sitios web, pero es necesario complementar dicha evaluación con el análisis manual para dar un resultado más preciso, puesto que la automática por sí sola no es lo suficientemente completa para dictaminar si un sitio es accesible.

El presente trabajo presenta una propuesta para evaluación de accesibilidad aplicada al análisis de sitios web que apoyan procesos educativos. Se seleccionaron repositorios de objetos de aprendizaje y sitios web para cursos virtuales. Inicialmente los sitios web fueron analizados con una herramienta de validación automática, la cual permite conocer el nivel de cumplimiento de las pautas de accesibilidad web. Adicional a ello, se propone un instrumento de evaluación manual por parte de expertos, el cual se aplica a las páginas seleccionadas, y de esta forma ampliar los resultados obtenidos.

El artículo está compuesto por una sección donde se presenta el marco teórico, en el cual se definen conceptos generales, luego se referencian diversos trabajos relacionados con la evaluación de accesibilidad. En el siguiente apartado se realiza una descripción de los sitios web seleccionados y la propuesta para evaluación. Más adelante se exponen los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. Se finaliza con algunas conclusiones.

2. MARCO TEÓRICO

La definición inicial de accesibilidad está dada por el sector de la geografía y se refiere a la facilidad de acceder a un lugar, una persona o una cosa. Con el desarrollo de las TIC, este concepto se ha ampliado considera la accesibilidad tanto a nivel físico como virtual, y contempla la posibilidad de que cualquier persona pueda acceder a contenidos digitales utilizando herramientas tanto de hardware como de software que lo faciliten [3], [4].

La accesibilidad web se define como la característica que se ofrece en un producto, entorno o servicio web para que pueda ser utilizado en igualdad, seguridad y confort por todas las personas, independientemente de las condiciones que presente o del contexto de uso [5]. El consorcio World Wide Web (W3C) es una comunidad internacional que desarrolla estándares abiertos para asegurar el crecimiento a largo plazo de la web, con el fin de guiarla a su máximo potencial. Por lo tanto, la accesibilidad web también ha sido una de sus preocupaciones, definiéndola como la orientación a una web universal para que el usuario pueda usarla sin depender de un tipo específico de hardware, software, infraestructura de red, idioma, cultura, localización geográfica y capacidad.

Con esta idea de accesibilidad nace la Iniciativa de Accesibilidad Web, conocida como WAI (Web Accessibility Initiative), promovida por el W3C donde, con el apoyo de organizaciones a nivel mundial, se desarrolla las Pautas de accesibilidad para el contenido web (WCAG) en sus versiones 1.0 y 2.0. Esto con el objetivo de compartir un estándar que satisfaga las necesidades de cada persona, organización y Gobiernos a nivel internacional, logrando expandir el concepto de accesibilidad y la importancia de su implementación en la web [6]. Para la versión 2.0 de las WCAG se presentan 14 pautas agrupadas en 4 principios que se describen a continuación [7]:

- **Perceptible:** Los componentes de la interfaz de usuario y la información deben estar dispuestas de manera que los usuarios la puedan percibir.

- **Operable:** Los formularios, controles, navegación y otros elementos de la interfaz deben permitir la interacción.
- **Comprensible:** El contenido y la interfaz deben poder entenderse fácilmente y ser semánticamente ricos.
- **Robusto:** El contenido debe ser lo suficientemente consistente y fiable como para permitir su uso con una amplia variedad de agentes de usuarios, ayudas técnicas y preparado para las tecnologías futuras.

Estas pautas especifican a través de descripciones, ejemplos y puntos de verificación las claves para alcanzar una web accesible, donde elementos de diseño y funcionalidad se orienten a la flexibilidad necesaria para que un mayor número de personas logre acceder a la información de forma fácil y eficiente, independiente de sus condiciones. Los puntos de verificación en los que se basan las WCAG están asignados a un nivel de prioridad, que a la hora de realizar un proceso de evaluación de accesibilidad web permiten identificar qué sitio está en mejores condiciones. En total son tres niveles de prioridad, donde la prioridad uno indica que ciertas personas con algún tipo de discapacidad pueden tener problemas de acceso. En el caso de nivel de prioridad dos hay más accesibilidad que en el caso anterior, pero aún puede haber personas que no puedan acceder los sitios web. Finalmente, cuando se habla de prioridad tres, en teoría, son sitios totalmente accesibles o al menos agotan las posibilidades de la tecnología actual en este sentido, para que ningún colectivo quede excluido [8]. En función a estos puntos de verificación se establecen los niveles de conformidad así [6]:

- Nivel de Conformidad A: Todos los puntos de verificación de prioridad uno se satisfacen.
- Nivel de Conformidad AA: Todos los puntos de verificación de prioridad uno y dos se satisfacen.
- Nivel de Conformidad AAA: Todos los puntos de verificación de prioridad uno, dos y tres se satisfacen.

Existen diferentes consorcios y organizaciones que trabajan en el campo de la accesibilidad, estos organismos orientan sus esfuerzos a la creación de sitios web accesibles, a la evaluación de la accesibilidad y a la atención específica de personas con discapacidades a través de la tecnología [9]:

- EASI (Equal Access to Software and Information): es una organización sin fines de lucro comprometida con estudiantes y profesionales con discapacidad, quienes tienen igual derecho a acceder a la tecnología de la información [10].
- NCAM (National Center for Accesible Media): tiene como objetivo explorar los beneficios de las tecnologías que facilitan el acceso a estudiantes con necesidades especiales a diferentes contenidos educativos [11].
- ATRC (Adaptive Technology Resource Centre de la Universidad de Toronto): “Haciendo la tecnología accesible a las personas con discapacidad” es el enfoque de la labor realizada por la Universidad del Centro de Recursos de Tecnología Adaptativa de Toronto. ATRC ha logrado formar alianzas con diferentes empresas y organismos incluyendo universidades de diferentes países [12].

3. TRABAJOS RELACIONADOS

Son varios los trabajos orientados a la evaluación del cumplimiento de los diferentes criterios y pautas de accesibilidad web, a continuación se presentan algunos de ellos:

En [13] se presenta una evaluación de dos sitios web para educación superior desarrollados utilizando gestores de contenidos (CMS), con el propósito de identificar en qué nivel los CMS incluyen conceptos de accesibilidad partiendo de las pautas de accesibilidad WCAG. A partir de los resultados obtenidos se pudo concluir que las herramientas de gestión de contenidos analizadas en este documento contienen la mayoría de los criterios mencionados en las pautas de accesibilidad WCAG.

En [14] se evidencia el bajo nivel de accesibilidad con el que cuentan 25 sitios web vinculados al sector hotelero de una región colombiana; lo que influye negativamente en este sector empresarial. La evaluación se realizó de acuerdo a los lineamientos establecidos por la W3C.

En el trabajo presentado en [15] se resalta la necesidad de realizar evaluación de accesibilidad web a través tanto de herramientas automáticas como con técnicas manuales. En esta propuesta se trabaja con un grupo de expertos que evalúan a través de un formulario algunos sitios web con el fin de obtener una valoración más real. Sin embargo, se requiere una mayor validación de este instrumento.

En [16] se habla de tener un proceso de evaluación sistematizado, efectivo y fiable que garantice la detección de los errores y permita una pronta solución; también se habla del cumplimiento de los diseños que se han planteado basados en las métricas definidas por los desarrolladores. En este trabajo se establece la diferencia entre usabilidad y accesibilidad, esto por la similitud de los conceptos y la confusión que generan. A partir de esta se explican los principales métodos de evaluación de accesibilidad, se muestra un paralelo comparativo y se expone sus ventajas y desventajas. Finalmente se concluye que el método empírico más eficiente de evaluación es el test de usuarios aplicado a la accesibilidad web. La necesidad de mejorar los mecanismos de evaluación de accesibilidad se hace evidente a través de estos trabajos y otros encontrados en la literatura. Se requiere una mayor efectividad a la hora de identificar problemas que puedan presentar los sitios web y que no permitan el acceso universal. Es necesario seguir trabajando en iniciativas que ataquen estos aspectos y que generen información cada vez más útil para el proceso de aseguramiento de la accesibilidad web.

4. PROPUESTA

La verificación del cumplimiento de las pautas de accesibilidad en diferentes sitios web es un proceso que ha ido ganando cada vez mayor importancia.

Más aun cuando se trata de sitios relacionados con procesos educativos, pues éstos deben garantizar el total acceso para todos y ser parte de las estrategias de inclusión, no un factor de distinción o apartamiento de las personas con Necesidades Especiales de Educación (NEED).

Partiendo de lo anterior, se ha realizado evaluación de accesibilidad a seis sitios web relacionados, y representativos, con procesos educativos que han sido divididos en dos categorías: la primera Repositorios de objetos de aprendizaje (ROAs) y la segunda, Sitios web para cursos virtuales.

Para el análisis de accesibilidad, fue evaluada la página de inicio de cada sitio, dado que de esta depende la facilidad con la que los usuarios puedan acceder y apropiarse de los demás contenidos que estos ofrecen. Los sitios web seleccionados son presentados en la tabla 1 con sus respectivos nombres y enlaces.

Repositorios y federaciones de objetos de aprendizaje	
Nombre del sitio web	URL
Merlot	http://www.merlot.org/merlot/index.htm
La Flor	http://www.laclo.org/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=100058&lang=es
Federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Colombia (FROAC)	http://froac.manizales.unal.edu.co/froac/
Sitios web para cursos virtuales	
Nombre del Sitio Web	URL
CodeAcademy	http://www.codecademy.com/es/dashboard#=_
AulaFacil	http://www.aulafacil.com/
Emagister	http://www.emagister.com/

Tabla 1: Sitios web seleccionados.

Fuente: Elaboración propia.

La estrategia usada para la evaluación de los sitios seleccionados está formada por dos etapas, las cuales permiten identificar el nivel de accesibilidad

que posee cada sitio web seleccionado. Primero se realiza una validación automática con una herramienta y luego se presenta a un grupo de expertos un instrumento para la evaluación manual.

La primera etapa consiste en realizar una evaluación automática mediante el validador Examinator (<http://examinator.ws/>). En esta herramienta se introduce la URL del sitio a evaluar y el sistema analiza la página, basándose en las pautas de accesibilidad del contenido web definidas por la W3C. Los resultados señalan los errores y buenas prácticas detectadas en el sitio, asignando una calificación de 0 a 10, de acuerdo con los indicadores encontrados. El valor de cada prueba es calculado con el nivel del criterio de conformidad con el que se relaciona a la técnica revisada (Nivel A: 0.9, Nivel AA: 0.5, Nivel AAA: 0.1).

La segunda etapa del proceso de evaluación llevado a cabo en este trabajo consiste en un análisis manual, basado en la revisión por parte de expertos, que tienen un alto nivel de conocimiento respecto a las diferentes pautas orientadas a la accesibilidad de sitios web. A pesar de la necesidad de incluir este enfoque, el análisis manual posee algunas desventajas como: requerir de más tiempo, la necesidad de utilizar más herramientas o probar configuraciones distintas, requiere del juicio personal de quien está haciendo la revisión, situaciones difíciles de simular, algunos fallos pueden ser no detectados y el evaluador debe poseer conocimientos profundos de las WCAG 2.0. Se realizó revisión de herramientas que guían el proceso de evaluación manual a través de cuestionarios, con el objetivo de plantear una propuesta que permite obtener buenos resultados asociados a este proceso y que facilite su ejecución por parte de los expertos [11-14]. A partir del trabajo experimental realizado en el grupo de investigación GAIA, y de la revisión realizada, se definió un cuestionario de evaluación manual, propuesto en este artículo y utilizado para la verificación de accesibilidad de los ROAs y sitios web educativos:

Las preguntas que deben responder los evaluadores al momento de la verificación fueron

agrupadas en cinco categorías y se presentan a continuación:

1. Diseño: En esta categoría se evalúan aspectos visuales, estéticos, de facilidad de lectura y acceso a los elementos multimedia.
 - ¿El aspecto visual es atractivo y adecuado al objetivo del sitio web?
 - ¿Es adecuado el tamaño de los elementos y la jerarquía visual para distinguir de forma clara y organizada las diferentes partes del sitio?
 - ¿El diseño tipográfico es adecuado, facilita la lectura de los textos y es estandarizado a lo largo del sitio?
 - ¿Piensa que el contraste de colores elegido es el adecuado?
 - ¿Existe buena distinción visual entre los diferentes elementos de interfaz, elementos de navegación y elementos de contenido?
2. Contenido: Esta categoría está orientada a evaluar el uso del lenguaje y la forma como se presentan las informaciones.
 - ¿Es posible observar de forma global lo que abarca el contenido del sitio?
 - ¿Los términos usados en el sitio para describir funciones, páginas, secciones y vínculos indican de forma clara lo que representan?
 - ¿Hay consistencia entre títulos de vínculos, títulos de páginas vinculadas y contenido accedido?
 - ¿Las informaciones disponibles son actualizadas, además presentan la versión y fecha de actualización tanto para las propias páginas del sitio como para los documentos y archivos disponibles?
 - ¿Es adecuada la elección y descripción de imágenes, sonidos u otros elementos multimedia?
3. Navegabilidad: La facilidad de desplazarse entre los diferentes elementos del sitio web es evaluada a través de esta categoría.

- ¿El usuario puede controlar el proceso de navegación de forma conveniente y de acuerdo con su necesidad o interés?
 - ¿El sitio permite acceder al contenido de interés con un mínimo de clics?
 - ¿Es fácil navegar entre las diferentes secciones del sitio a partir de cualquier página?
 - ¿Es posible utilizar el Mapa del sitio como medio de acceso a las diferentes páginas?
4. Funcionalidad: En esta categoría se evalúa la flexibilidad del uso del sitio y la eficiencia en la ejecución de los procesos.
- ¿El sitio es proyectado de forma que permita acceder rápidamente a las informaciones incluso en conexiones lentas, minimizando el tiempo para hacer descarga de las páginas?
 - ¿Es posible acceder al sitio independientemente de tipos y versiones de hardware o software?
 - ¿Las funcionalidades o aplicaciones externas son ejecutadas siempre a partir de la iniciativa o con el consentimiento del usuario?
 - ¿Se encuentran disponibles todos los enlaces presentados en el sitio?
5. Soporte: Esta categoría permite establecer el acompañamiento que se le hace al usuario en cuanto a sus interacciones y los posibles errores que se presenten en el sitio web.
- ¿Se suministra referencias para contacto con la institución o con el equipo de manutención del sitio?
 - ¿El sitio ofrece soporte a la búsqueda y recuperación de informaciones?
 - ¿Al ocurrir un error se ofrece una solución, una opción de contacto técnico o una forma de retomar la navegación?
 - ¿El texto de los mensajes de error es significativo e identifica el tipo de problema ocurrido?

Los expertos deben dar respuesta a las anteriores preguntas en una escala entre cero y cinco,

siendo cinco el valor más alto. A partir de estos valores se calcula el promedio de las categorías y un indicador final de la accesibilidad de los sitios web evaluados. Las anteriores categorías podrían relacionarse con los principios de las WCAG así: la categoría de diseño está relacionada con el principio Perceptible, a su vez la categoría de contenido con el principio Comprensible, por otro lado la categoría de navegabilidad y funcionalidad pueden relacionarse con el principio Operable y finalmente la categoría de soporte está relacionada con el principio de Robustez.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de accesibilidad realizada a los seis sitios web seleccionados. Primero se muestran los resultados de la validación automática y luego los de la evaluación manual.

En la tabla 2 se presentan los criterios analizados y su nivel de cumplimiento para las páginas analizadas, información arrojada por el validador Examinator.

Las figuras 1 y 2 recogen los resultados de la evaluación automática de los ROAs. En la figura 1 se presenta la calificación obtenida según el tipo de limitación y en la figura 2 se muestra la calificación general obtenida para cada uno de los repositorios. Las figuras 3 y 4 recogen los resultados de la evaluación automática de las páginas de cursos virtuales. En la figura 3 se presenta la calificación obtenida según el tipo de limitación y en la figura 4 se muestra la calificación general obtenida para cada una de las páginas de cursos virtuales.

En la tabla 3 se muestran los resultados promedio de la evaluación manual por cada uno de los criterios tenidos en cuenta. Al realizar la evaluación se contó con la participación de tres evaluadores, los cuales son estudiantes de posgrado y docentes de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Adicionalmente, el promedio general por los dos tipos de sitios web evaluados se muestran en las figuras 5 y 6.

	Excelente	Bien	Regular	Mal	Muy mal	Criterios
FROAC	5	6	4	1		16
LA FLOR	5	4	9	3		21
MERLOT	11	1	2	1	4	19
Codecademy	8			5	3	16
Emagister	5	1	2	5	5	18
AulaFacil	6	1	5	7	10	29

Tabla 2. Cantidad de criterios analizados.

Fuente: Elaboración propia.

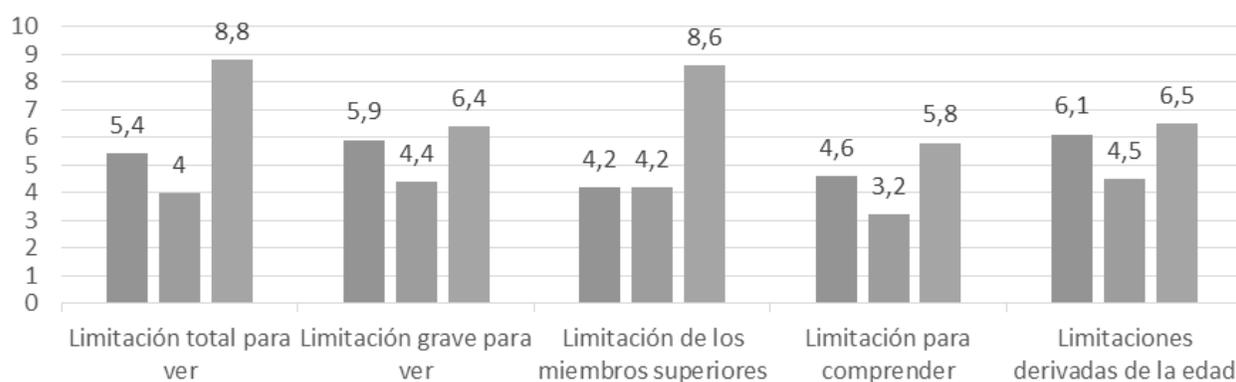


Figura 1. Calificación obtenida por tipo de limitación – Repositorios.

Fuente: Elaboración propia.

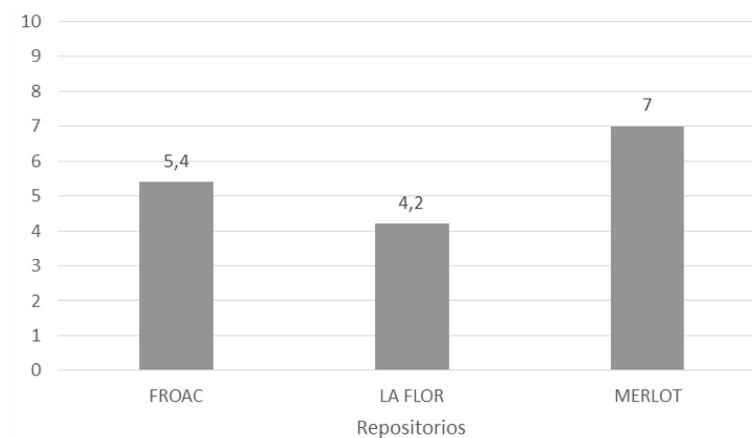


Figura 2. Calificación General Evaluación Automática – Repositorios.

Fuente: Elaboración propia.

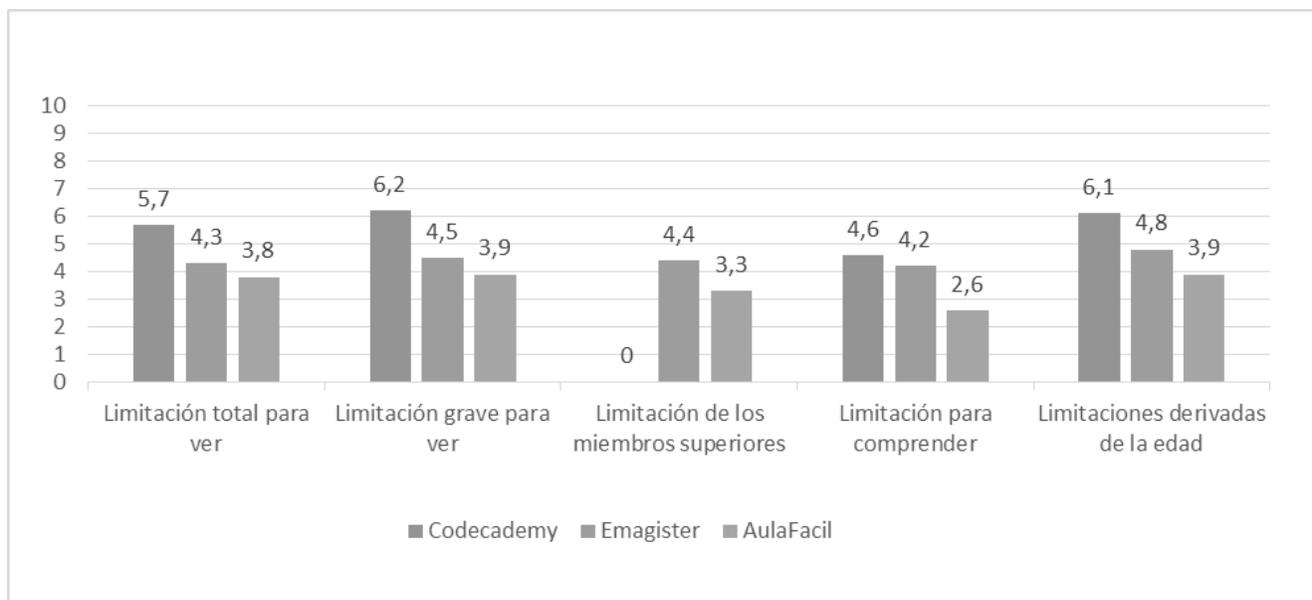


Figura 3. Calificación obtenida por tipo de limitación – Sitios web para cursos virtuales.

Fuente: Elaboración propia

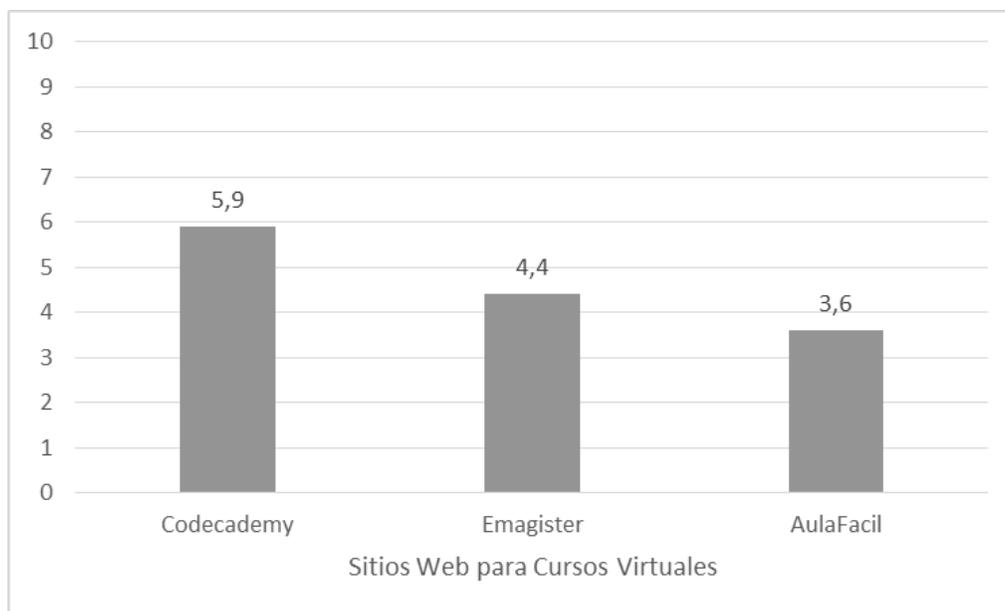


Figura 4. Sitios web para cursos virtuales.

Fuente: Elaboración propia.

	Categorías				
	Diseño	Contenido	Navegabilidad	Funcionalidad	Soporte
Merlot	3,2	3,5	3,2	4,5	3,0
La Flor	3,3	3,2	3,1	4,1	3,0
FROAC	3,6	3,4	2,8	3,6	2,3
Emagister	3,7	3,5	3,1	3,5	3,4
CodeAcademy	2,9	3,8	3,4	2,9	3,0
AulaFacil	3,5	3,7	3,1	3,1	3,5

Tabla 3. Resultados evaluación manual por categoría.

Fuente: Elaboración propia.

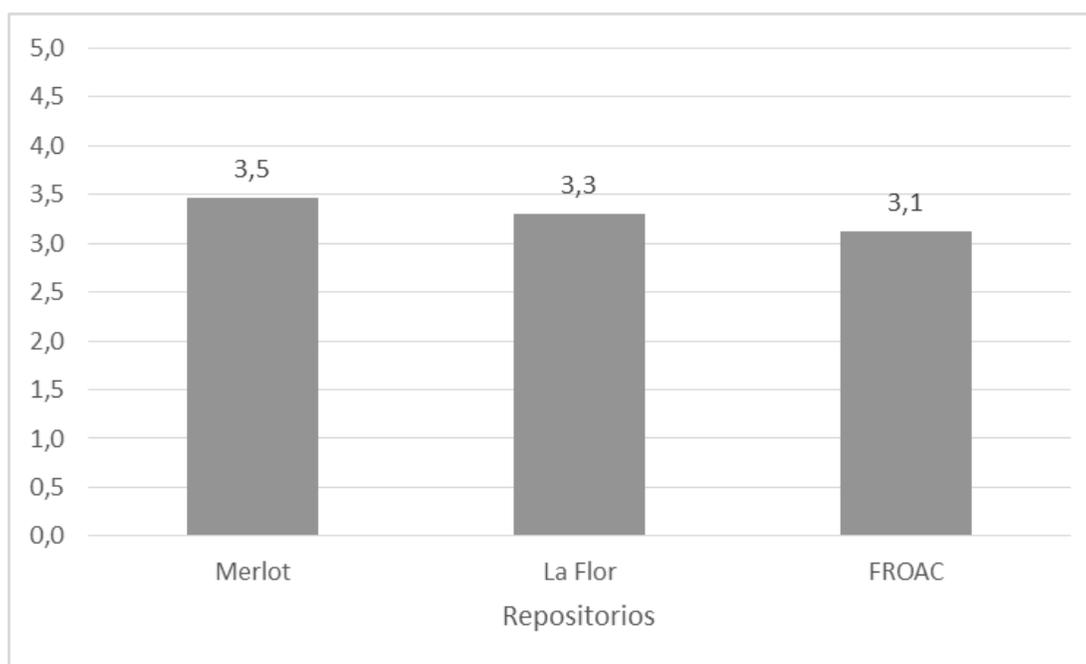


Figura 5. Calificación general evaluación manual – Repositorios.

Fuente: Elaboración propia

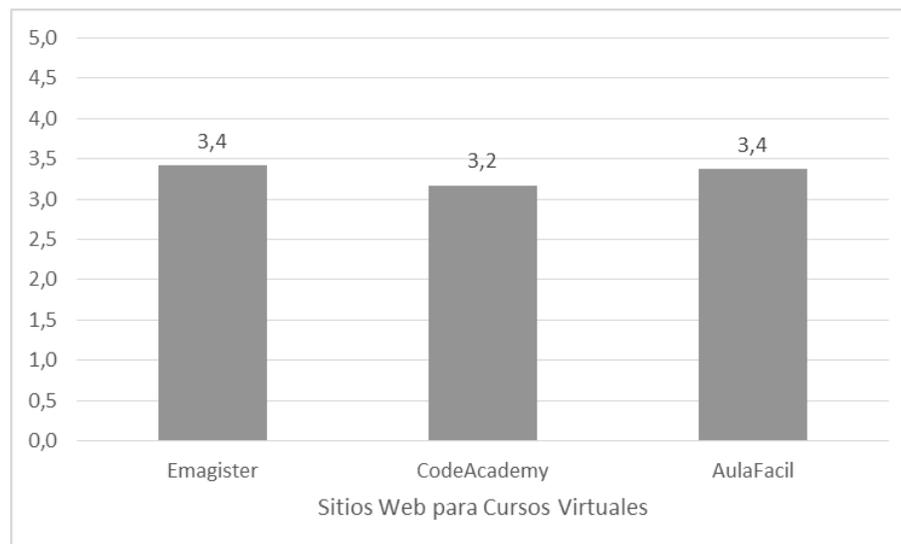


Figura 6. Sitios web para cursos virtuales.

Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, tanto para la evaluación automática como para la manual, el repositorio Merlot muestra un mejor nivel de accesibilidad. Sin embargo, el validador arrojó cuatro elementos como *Muy Malos*, lo que indica que es necesario una revisión más detallada. Respecto a los sitios web para cursos virtuales, el que obtuvo una mejor calificación en la parte automática fue CodeAcademy, mientras que para la evaluación manual se ubicó en el último lugar ya que Emagister y AulaFacil quedaron en el mismo nivel.

En las calificaciones obtenidas por tipo de limitación se encontró que en general los repositorios obtuvieron resultados mejores para todos los tipos, respecto los sitios web para cursos virtuales, lo que debe generar una preocupación para este tipo de servicios, ya que están orientados a la atención de grandes cantidades de usuarios.

Se resalta que FROAC y LA FLOR no presentaron criterios con la calificación de *Muy Mal*, pero LA FLOR obtuvo tres elementos en el nivel *Mal* frente a uno para los otros dos repositorios. Además, es preocupante que AulaFacil quedara con 10 elementos evaluados como *Muy Mal*.

Para la evaluación manual y según la experiencia de los expertos que interactuaron con el instrumento, se recomendó evaluar algunas preguntas ya que consideran que incorporan conceptos subjetivos y cualitativos que dificultan una evaluación objetiva. Por dicha razón se continúa en el proceso de validación y mejora del instrumento. Como se aprecia en todos los casos los valores que representan la accesibilidad de sitios orientados a apoyar procesos educativos son bajos, lo que se traduce en dificultades o imposibilidades para que las personas con necesidades especiales puedan acceder a estos recursos.

Estos resultados pretenden evidenciar la necesidad de una mayor conciencia de la importancia de generar una web cada vez más inclusiva, que desde su diseño e implementación esté orientada por principios de universalidad.

6. CONCLUSIONES

Se analizaron los sitios web de repositorios de objetos de aprendizaje y para cursos virtuales, se obtuvo resultados que evidencian que aún es necesario

trabajar en la mejora de sitios construidos para que cumplan criterios mínimos de accesibilidad ofreciendo elementos de inclusión tanto desde el diseño como la funcionalidad, especialmente si están orientados a servicios a la comunidad.

Entre la evaluación manual y la evaluación automática se da una relación complementaria, ya que con solo la primera no se puede verificar algunos aspectos y con la segunda no se obtienen resultados contundentes. Por lo anterior, ambas formas deben ser tenidas en cuenta en el momento de realizar una evaluación de accesibilidad.

Aunque los componentes de categorías de la evaluación propuesta tienen el mismo peso, y cada ítem la misma escala de valores, los resultados de la evaluación manual pueden diferir según el conocimiento del evaluador, su percepción y juicio. Como trabajos futuros se propone realizar evaluaciones a otros sitios con el fin de afinar el instrumento, además de permitir algunas ponderaciones según las características del sitio web y de la percepción del evaluador.

7. AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este artículo se realizó en el marco del proyecto *RAIM: Implementación de un framework apoyado en tecnologías móviles y de realidad aumentada para entornos educativos ubicuos, adaptativos, accesibles e interactivos para todos*, financiado por Colciencias, con código 111956934172, y del Semillero de Evaluación de Accesibilidad en Entornos de Aprendizaje de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, código 23181.

8. REFERENCIAS

- [1] J. M. Azorín, R. Ceres, A. Frizera y T. Freire, "La Interacción de Personas con Discapacidad con el Computador: Experiencias y Posibilidades en Iberoamérica". 2013.
- [2] UNESCO, "UNESCO Global Report Opening New Avenues for Empowerment ICTs to Access Information and Knowledge for Persons with Disabilities", 2013.
- [3] J. A. Lara, P., Martínez, "La Accesibilidad de los contenidos Web," *Barcelona UOC*, Vol. 72, 2006.
- [4] U. De Deusto, "La Accesibilidad y las Tecnologías de la Información y la Comunicación," *Rev. Traductología*, Vol. 11, pp. 155–170, 2007.
- [5] Y. Hassan, F. Jesús y M. Fernández, "Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitios web accesibles," *Rev. española Doc. científica*, Vol. 27, No. 3, pp. 330–344, 2004.
- [6] W3C, "WCAG - Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2008, [En línea] Disponible en: <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>.
- [7] M. Cooper and L. G. Reid, "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0", pp. 1–24, December 2008
- [8] C. Rovira, M.-C. Marcos y L. Codina, "Repositorios de publicaciones digitales de libre acceso en Europa: análisis y valoración de la accesibilidad, posicionamiento web y calidad del código", *El Prof. la Inf.*, Vol. 16, No. 1, pp. 24–38, enero 2007.
- [9] J. F. Ascencio G., J. A. Bueno S. y M. I. Mira M., "Metodología de Evaluación de Accesibilidad Web para Personas con Limitaciones Visuales", Trabajo de Grado, Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.
- [10] "EASI - Equal Access to Software and Information", 2014. [En línea]. Disponible en: <http://easi.cc/>.
- [11] "NCAM - National Center for Accesible Media", 2009. [En línea]. Disponible en: <http://ncam.wgbh.org/>.
- [12] "ATRC - Adaptive Technology Resource Centre de la Universidad de Toronto," 2011. [En línea]. Disponible en: <http://www.adapttech.org/en/team/atrc>.
- [13] S. I. Mariño, R. Y. Alderete, S. I. F. Alve et al., "Evaluación de accesibilidad en sitios Web educativos basados en CMS," *Revista*

- Digital Sociedad de la Información*, Vol. 39, pp. 1–12, 2013.
- [14] A. Silva, D. G. Bañales, H. B. Andrade *et al.*, “Accesibilidad Web: Un criterio clave para la integración de Internet en la estrategia de negocio en empresas de servicios. Análisis del caso en el sector hotelero en Tolima, Colombia,” *Revista Avances en Sistemas e Informática*, Vol.7, pp. 47–52, 2010.
- [15] E. Serrano Mascaraque, A. Moratilla Ocaña y I. Olmeda Martos, “Métrica para la evaluación de la accesibilidad en Internet: propuesta y testeo,” *Rev. española Doc. Científica*, Vol. 33, No. 3, pp. 378–396, julio 2010.
- [16] S. L. M. Firas Masri, “Análisis de los métodos de evaluación de la accesibilidad web,” en *7 Congreso Internacional de Educación Superior (Universidad 2010)*, pp. 1–11, 2010.