

Requisitos de accesibilidad indispensables para un campus virtual accesible

Héctor R. Amado-Salvatierra¹, Rocael Hernández¹, Byron Linares¹, Isabel García¹, Concha Batanero², Salvador Otón³

¹Departamento GES, Universidad Galileo, Guatemala
7 av. Calle Dr. Suger, Zona 10, 01010, Guatemala (Guatemala)
Tfno: +502 24238000 7411

E-mail: {hr_amado,roc,bhlr,igarcia_ges}@galileo.edu
²Departamento de Automática, Universidad de Alcalá, España
28871, Alcalá de Henares, (España)
Tfno: +34 918856599

E-mail: concha.batanero@uah.es
³Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Alcalá, España
28871, Alcalá de Henares, (España)
Tfno: +34 9188566649
E-mail: salvador.oton@uah.es

Abstract. Un campus virtual es un entorno basado en tecnologías web, que ofrece facilidades para el desarrollo, gestión y publicación de los contenidos y actividades que contribuyen al proceso de enseñanza-aprendizaje. El campus virtual constituye el componente fundamental sobre el que se sustenta un proyecto educativo virtual y debe entre sus características, ser accesible a todas las personas. Un campus virtual accesible proporciona un entorno de enseñanza-aprendizaje comprensible, utilizable y practicable por todos los involucrados en el proceso educativo, independientemente de su diversidad funcional o limitaciones de entorno para acceder a la plataforma. El artículo busca presentar los requisitos y características de accesibilidad que son indispensables para contar con un campus virtual accesible y a su vez mantener la accesibilidad mediante la publicación de documentos y contenido formativo accesible. Presenta también un análisis y estado actual de las plataformas base de campus virtuales disponibles y de las acciones en materia de accesibilidad que realizan las comunidades o empresas que las desarrollan.

Keywords: accesibilidad, usabilidad, adaptabilidad, e-Learning, educación superior, campus virtuales, wcag 2.0, LMS

1 Introducción

Un campus virtual es una tecnología que se centra en el desarrollo, gestión y publicación de los contenidos y actividades que contribuyen al proceso de enseñanza-aprendizaje. Los campus virtuales funcionan con tecnología web a través de un modelo cliente-servidor y en la actualidad con una tendencia a brindar los servicios

distribuidos a través de la “nube” [15]. Si se trata de un campus virtual accesible, hay que garantizar que toda la funcionalidad pueda ser utilizada por cualquier usuario, incluidos los usuarios con diversidad funcional.

La evaluación de accesibilidad de un campus virtual está orientada a verificar la accesibilidad de dos elementos principales del campus:

1. *La plataforma de gestión del aprendizaje* (LMS) que forma parte del campus, incluyendo la accesibilidad de todos los servicios colaborativos que ofrece (por ejemplo, correo electrónico, foros, chats, wikis, etc.); también posibles servicios de edición (por ejemplo, el editor de mensajes de correo electrónico integrado, o un posible editor de texto incorporado a la plataforma para que los estudiantes escriban respuestas en un examen o en un foro de discusión); y servicios complementarios que precisen la activación de software complementario por parte del usuario (por ejemplo, buscadores de objetos de aprendizaje, reproductores de sonido, de video, o programas informáticos para realizar prácticas virtuales sobre una materia). Para verificar la accesibilidad de todos los servicios se debe comprobar el cumplimiento de normas y estándares de accesibilidad, principalmente los elaborados por el World Wide Web Consortium, como WCAG [22], ATAG [25], UUAG [26] o WAI-ARIA [23].
2. *Los recursos educativos electrónicos* que se publican en la plataforma de aprendizaje. Si en una plataforma que cumpla con los diferentes criterios de conformidad de la accesibilidad como los citados, se publican recursos educativos (documentos, presentaciones multimedia, etc.) con contenido electrónico no accesible, el campus virtual deja de ser accesible. Es muy importante mantener un proceso continuo de formación para que los usuarios involucrados en el uso del campus virtual que vayan a publicar contenidos, sean conscientes de que tal contenido debe ser accesible. Para verificar la accesibilidad de los recursos educativos digitales u Objetos de Aprendizaje (OA) se debe comprobar el cumplimiento de los estándares WCAG 2.0 [22] e ISO/IEC 24751-1-2-3 [10] [11] [12].

En el resto del documento se detallan los requisitos de accesibilidad de un campus virtual accesible, tanto a nivel de plataforma como a nivel de recursos educativos. A continuación se detalla un análisis preliminar comparativo entre plataformas para Campus Virtuales disponibles en la actualidad y se finaliza presentando las conclusiones.

2 Requisitos de Accesibilidad de un campus virtual accesible

2.1 Requisitos generales de accesibilidad de las plataformas de aprendizaje

Los sistemas de gestión de aprendizaje LMS funcionan con tecnología web a través de un modelo cliente-servidor, con una interfaz de funcionamiento preparada principalmente en el lenguaje de marcado HTML y que es presentada en un navegador web, por lo que para este tipo de aplicaciones se utiliza como referencia de

requisitos de accesibilidad, las guías proporcionadas por la WAI (Iniciativa de Accesibilidad Web) del World Wide Web Consortium [24], que se resumen en las siguientes:

1. Guía WCAG de requisitos de accesibilidad de contenidos de las páginas web y documentos electrónicos, incluida la interfaz de usuario de las páginas en las que se presentan los contenidos [22]
2. Guía ATAG de requisitos de accesibilidad de herramientas de autor, como editores de texto [25]
3. Guía UUAG de requisitos de accesibilidad de herramientas auxiliares, como reproductores de vídeo, pero también los navegadores web [26]
4. Guía WAI-ARIA de requisitos de accesibilidad del contenido dinámico e interfaces web de usuario enriquecidas mediante widgets y software complementario integrado en la plataforma, como plugins o aplicaciones multimedia cliente tipo Ajax, HTML5, Javascript, Flash, Silverlight o similar [23]. Es una Guía orientada sobre todo para desarrolladores de software.

Además es recomendable tomar en consideración el estándar ISO/IEC 24751[10][11][12]: Adaptabilidad y accesibilidad individualizadas en aprendizaje electrónico, en educación y en formación, que presenta un modelo de información tanto para las Preferencias y Necesidades Personales (PNP) del estudiante como para la Descripción de Recursos Digitales (DRD).

2.1.1 Requisitos de accesibilidad de los contenidos e interfaces de usuario

Los sistemas de gestión de aprendizaje funcionan con tecnología web, por lo que sus interfaces de usuario pueden ser evaluadas en base a las guías de principios básicos de creación de contenido accesible web WCAG 2.0 [22]. La universalidad de estas pautas del W3C se pone de manifiesto por el hecho de haberse aprobado en 2012 como estándar internacional ISO/IEC DIS 40500 [13]. WCAG define doce pautas (“guidelines”) y numerosos criterios de conformidad (“success criteria”) para accesibilidad de contenido web WCAG 2.0, se organizan alrededor de cuatro principios, que sientan las bases necesarias para que cualquier persona pueda acceder y utilizar el contenido web.

Como resumen de los principios, pautas y criterios de conformidad de WCAG 2.0 generales para cualquier sitio web, en el caso de las plataformas de aprendizaje, se podría sintetizar en los siguientes principios básicos sugeridos en [16]:

1. Permitir a los usuarios la personalización en base a sus preferencias.
2. Proveer equivalentes a los elementos visuales y tempo-dependientes.
3. Utilizar diferentes formas de presentar la información en una interfaz.
4. Proveer información compatible con ayuda técnica/producto de apoyo [21].
5. Permitir acceso a todas las funcionalidades a través del teclado.
6. Proveer información de contexto e información del estado del usuario en todo momento.

2.1.2 Requisitos de accesibilidad de las herramientas de autoría de contenido

El software de autoría de contenido para los LMS, que incluye aplicaciones de escritorio y principalmente editores HTML incorporados en la plataforma o aplicaciones enriquecidas, debe cumplir con los principios establecidos en la

recomendación Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0 del World Wide Web Consortium [25].

Además de las herramientas de autoría generales, a las que se refiere ATAG, hay que tener en cuenta que en el ámbito de la formación virtual, normalmente los recursos educativos se empaquetan en contenedores (por ejemplo SCORM) agrupándose en objetos docentes con un formato compatible con la mayoría de las plataformas LMS, y que las herramientas de autoría de este tipo de paquetes educativos deben tener en cuenta también los requisitos de accesibilidad.

2.1.3 Requisitos de accesibilidad de las herramientas de reproducción de contenido

El usuario de un campus virtual debe utilizar herramientas para la reproducción de los contenidos educativos, como por ejemplo, un navegador web, un reproductor de audio, de vídeo, etc. También existen recomendaciones para garantizar la accesibilidad de estas herramientas necesarias en la formación virtual, como las pautas “User Agent Accessibility Guidelines” (UAAG) 2.0 del World Wide Web Consortium [26]. El término “user agent” hace referencia a las herramientas de reproducción o visualización de contenidos.

2.1.4 Requisitos de accesibilidad del contenido dinámico e interfaces de usuario enriquecidas

Las interfaces de usuario actuales de las aplicaciones web, entre las que se encuentran los campus virtuales, incluyen contenido dinámico que hace que estas sean cada día más parecidas a los entornos de escritorio, y que su propio funcionamiento pueda interferir en los productos de apoyo del usuario. Este tipo de software se denomina “aplicaciones web enriquecidas” (RIA – Rich Internet Applications). Por esta razón, el W3C ha puesto en marcha la iniciativa WAI-ARIA para responder a la necesidad de proporcionar accesibilidad a las aplicaciones web enriquecidas [23].

WAI ARIA proporciona una serie de atributos que funcionan como identificadores de las diferentes partes de la aplicación que interactúa con el usuario. También se incluyen mapeo de controles y eventos para la accesibilidad de las APIs (Application Programming Interfaces) [8].

WAI ARIA dispone de roles que describen tanto los widgets (componentes con funcionalidad propia de las interfaces de escritorio o web) de la aplicación como la estructura de la página web, como por ejemplo: los encabezados y las regiones. También dispone de varias propiedades como los estados de los widgets, las regiones activas de actualización de contenidos y sobre características drag-and-drop. A su vez, provee una manera de navegar mediante teclado dentro de los componentes.

Esta tecnología tiene como principal objetivo aportar información acerca de las diferentes partes que constituyen los contenidos dinámicos generados, normalmente, por medio de scripts (por ejemplo, programados en lenguaje Javascript). Toda esta información será utilizada por los productos de apoyo para la interacción con el usuario final.

La especificación WAI-ARIA debe ser conocida por los técnicos que desarrollen widgets personalizados y componentes web dinámicos que se incorporen en la plataforma LMS de un campus virtual.

2.1.5 Requisitos de accesibilidad de los Objetos de Aprendizaje

Los Objetos de Aprendizaje (OA) deben cumplir unos requisitos de accesibilidad con el objetivo de posibilitar su acceso a estudiantes con diferente perfil funcional. Para ello la plataforma educativa debe almacenar las Preferencias y Necesidades Personales (PNP) del estudiante en su perfil y en base a éstas buscará y seleccionará aquellos OAs que cumplan los requisitos para su visualización [4].

Este proceso ha sido estandarizado mediante la Norma ISO/IEC 24751, la cual está estructurada en tres partes, la primera parte[10] establece el marco de referencia, la segunda parte [11] (Necesidades y preferencias para la prestación digital del "acceso para todos") define las PNP de los usuarios a través de un cuestionario cuyas respuestas darán lugar a un fichero con las PNP del estudiante y la tercera parte [12] (Descripción de recurso digital "acceso para todos") define los metadatos de accesibilidad que, de forma obligatoria o complementaria, deben ser incluidos en los OAs.

Para la correcta aplicación del estándar es necesario realizar cada una de las siguientes acciones:

- Introducción del perfil por parte del estudiante.
- Creación del recurso original (por ejemplo un video) y de los recursos adaptados (por ejemplo los subtítulos del video) por parte del autor de contenidos.
- Introducción de los metadatos de accesibilidad en los OAs (tanto en el recurso original como en los adaptados) por parte del autor de contenidos.
- Instalación de un software o plug-in en la plataforma educativa que soporte la realización de todo el proceso.

La interoperabilidad juega un papel clave en dicho proceso [12], pues éste se extiende desde que el usuario accede a la plataforma de aprendizaje hasta que el OA accesible es presentado para su control requiriendo la comunicación de distintos subprocesos intermedios. Una vez instalado el plug-in en la plataforma de aprendizaje tienen lugar las siguientes fases:

- Lectura de las PNP: la plataforma debe ofrecer la posibilidad al estudiante de introducir sus preferencias en su perfil.
- Búsqueda y selección de los recursos digitales que cumplan los requisitos establecidos en las PNP del estudiante: los autores de contenidos deben cumplir el estándar con el fin de ampliar el resultado de la búsqueda de OAs accesibles.
- Presentación de los OAs seleccionados en la plataforma de aprendizaje para su control por parte del estudiante.

2.2 Requisitos generales de conocimientos que deben tener los autores y usuarios para generar contenido accesible para un campus virtual

El nivel de accesibilidad que se alcanza en un campus virtual debe ser mantenido constantemente mediante el contenido y material de aprendizaje actualizado periódicamente por los docentes y administradores. Entre las actuaciones que deben llevarse a cabo periódicamente para mantener la accesibilidad en el campus virtual destacan:

1. Formación a los docentes y a los estudiantes en técnicas para creación de documentos electrónicos accesibles.
2. Funcionalidades disponibles de validación de accesibilidad de contenido en editores disponibles en plataformas LMS (validación de código, texto alternativo de imágenes, contexto enlaces, etc.)

2.2.1 Técnicas para la creación de documentos accesibles

Entre las dificultades a las que se enfrenta el docente al preparar contenido de aprendizaje en formato digital se encuentra la diversidad de herramientas de autoría disponibles. En [1] se presenta una recopilación de las recomendaciones básicas a tener en cuenta para buscar la accesibilidad en documentos docentes, recomendaciones basadas en el proyecto ADOD [6].

Además del proyecto ADOD, existen otras iniciativas y guías para la creación de documentos electrónicos accesibles, entre las que se pueden citar [2][6][9][17][20].

2.2.2 Funcionalidades de validación de accesibilidad de editores de contenido

Los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS), no deben suponer que el usuario (por ejemplo, profesor, instructor, tutor, alumno, etc.), tiene todos los conocimientos referentes a las pautas WCAG 2.0 o a los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje. Es importante la incorporación de ayudas descriptivas en las diferentes interfaces y principalmente validadores que permitan al usuario conocer si el contenido es o no válido respecto a las guías establecidas por la institución.

Algunos ejemplos de las funcionalidades que se deberían incorporar son las siguientes:

1. Validación de código (HTML) en editores de contenido WYSIWYG (por ejemplo, en foros, wikis, etc.). Un ejemplo es el proyecto AChecker plugin (www.achecker.ca).
2. Validación y guías de texto alternativo de imágenes.
3. Validador de editor de ecuaciones

3 Análisis preliminar comparativo entre plataformas para Campus Virtuales accesibles

Como un análisis preliminar comparativo, la tabla 1 presenta una recopilación de las plataformas LMS disponibles en el mercado, indicando entre sus factores principales el modelo de licenciamiento con las opciones: Código abierto y Código propietario. Las plataformas de Código abierto son desarrolladas y mantenidas por una comunidad de desarrolladores y permiten la modificación y personalización del código de acuerdo a los requerimientos de cada institución, requieren de un equipo técnico para el mantenimiento respectivo de la plataforma y generalmente no tiene un costo para ser utilizada. Las plataformas de Código propietario se apegan a un modelo económico en el que la empresa propietaria define costos por uso, mantenimiento y actualización, en este modelo de licenciamiento los cambios y personalizaciones que puede realizar la institución son limitados.

Tabla 1. Listado de plataformas LMS disponibles y su modelo de licenciamiento.

No.	Nombre	URL de página principal	Licenciamiento
1	ANGEL	http://www.angellearning.com	Código propietario
2	ATutor	http://atutor.ca	Código abierto
3	Blackboard	http://www.blackboard.com	Código propietario
4	Canvas	http://canvas.instructure.com	Código propietario
5	Claroline	http://www.claroline.net	Código abierto
6	Chamilo	http://www.chamilo.org	Código abierto
7	Desire2Learn	http://www.desire2learn.com	Código propietario
8	Docebo	http://ww.docebo.com	Código propietario
9	Dokeos	http://www.dokeos.com	Código abierto
10	dotLRN	http://www.dotlrn.org	Código abierto
11	Edu 2.0	http://www.edu20.org	Código propietario
12	Edmodo	http://www.edmodo.com	Código propietario
13	Ilias	http://www.ilias.de	Código abierto
14	Moodle	http://www.moodle.org	Código abierto
15	OLAT	http://www.olat.org	Código abierto
16	Sakai	http://www.sakaiproject.org	Código abierto

Realizando una primera aproximación, se detallan las funcionalidades de siete plataformas LMS más populares incluyendo plataformas de código abierto y propietario. La tabla 2, presenta el comparativo entre Herramientas LMS de código abierto (OS) y propietario en base a los siguientes factores: Tecnología base, Licenciamiento, API abierto para desarrollo y Funcionalidad estándar de un LMS.

Tabla 2. Comparativo entre Herramientas LMS de código abierto y propietarias [3]

Funcionalidad/ LMS	Tecnología Base	Licenciamiento	API abierto	Funcionalidad base LMS
Moodle	PHP	OS (GPL)	Sí	Sí
dotLRN	Tcl	OS (GPL)	Sí	Sí
ATutor	PHP	OS (GPL)	Sí	Sí
Sakai	Java	OS (GPL)	Sí	Sí
Blackboard	Java J2EE	Código propietario	De pago	Sí
Desire2Learn	Microsoft .NET	Código propietario	De pago	Sí
Canvas	Ruby on Rails	OS (AGPL)	Sí	Sí

Power, et. al. [18], realizaron en el marco del proyecto EU4ALL, una evaluación de accesibilidad realizada a las plataformas dotLRN, Moodle y Blackboard, en instalaciones de las instituciones UNED y Yorkshore. La evaluación muestra que

todas las plataformas presentan algún grado de problema para personas con discapacidad. La plataforma Moodle presentó una mejor evaluación en base a tiempo requerido para completar una acción y la cantidad de problemas de accesibilidad a partir de una evaluación con el usuario final.

En materia de Adaptabilidad, Graf & List [5], realizaron un análisis comparativo entre nueve herramientas LMS, obteniendo la plataforma Moodle la mejor evaluación en base a las siguientes ocho categorías: Herramientas de comunicación, Objetos de aprendizaje, Administración de datos de usuario, Usabilidad, Adaptación, Aspectos técnicos, Administración de curso y Evaluación de tareas/cuestionarios.

A partir del estudio de Ruiz N, et. al. [19], se presenta una comparación de plataformas e-Learning de código abierto desde un punto de vista de adaptabilidad. El estudio compara seis plataformas LMS de código abierto más utilizadas y muestra en términos de adaptabilidad las siguientes plataformas en orden de mejor puntuación: ATutor, Ilias, Moodle, Dokeos, Claroline y Docebo.

Iglesias et. al. [7], realizaron una evaluación de la accesibilidad de tres sistemas de gestión de aprendizaje: Moodle, ATutor y Sakai, en base al cumplimiento de diferentes parámetros, incluyendo factores del estándar ATAG 2.0, destacando con mayor cumplimiento ATutor.

En términos de usabilidad, a partir de la evaluación y los distintos grados de severidad y cumplimiento de elementos de usabilidad, según el estudio de Martin et.a. [14], la plataforma Moodle presentó el mayor número de no-conformidades de los puntos de chequeo. Sin embargo únicamente el 8% de las no-conformidades se encuentran en la categoría de severidad crítica, con un porcentaje menor a las plataformas Sakai y dotLRN.

Es habitual que los fabricantes de plataformas LMS anuncien las bondades de su producto respecto a la accesibilidad, en lo que se denomina “declaración de conformidad de accesibilidad”. Con ello se pretende dar información acerca del cumplimiento de los diferentes lineamientos establecidos por las leyes y normas de accesibilidad existentes. Entre las plataformas que declaran una intención hacia la accesibilidad se pueden mencionar: ATutor, Blackboard, Canvas, Desire2Learn, dotLRN, Ilias, Moodle y Sakai.

Como una conclusión sobre las plataformas disponibles, se identifica que no existe una plataforma LMS que cumpla al 100% con los distintos requisitos de accesibilidad establecidos por las recomendaciones internacionales. Si bien, por los resultados de los estudios analizados, parece que una de las mejores posicionadas respecto a la accesibilidad y adaptabilidad son ATutor y Moodle en la categoría de plataforma de código abierto.

3.1 Recomendaciones para la evaluación de accesibilidad de un campus virtual

El proceso de revisión de accesibilidad en un campus virtual debe realizarse periódicamente y se compone de dos fases principales: (1) Análisis automático con herramientas de validación y (2) Análisis manual/evaluación heurística de expertos y usuario final. Además de comprobar la propia plataforma de aprendizaje, es necesario

comprobar la accesibilidad del contenido de los documentos digitales publicados en la plataforma.

El procedimiento previo de análisis de accesibilidad de una plataforma LMS, debe ser considerado por medio de una muestra representativa de páginas de las interfaces de la plataforma, no se limita a la evaluación simple de páginas individuales, se trata de la evaluación de acciones básicas que realiza tanto el alumno como el profesor. Entre las acciones básicas a evaluar se recomiendan:

- a) Ingreso a la plataforma:
 1. Página principal de la universidad.
 2. Página de información sobre accesibilidad web de la universidad.
 3. Páginas que desde la principal haya que recorrer hasta llegar a la de acceso al campus virtual.
 4. Logearse a la plataforma.
 5. Página principal del centro virtual, la que se abre cuando uno se identifica, con la lista de sus cursos.
 6. La primera página de un curso.
- b) Utilizar la herramienta como estudiante:
 1. Cambiar la configuración personal.
 2. Encontrar y acceder a un curso.
 3. Encontrar y revisar contenido dentro de un curso, incluido contenido tiempo-dependiente (audio/video).
 4. Contribuir al contenido del curso (herramienta de wiki/subir archivos).
 5. Encontrar, revisar y enviar una tarea.
 6. Encontrar un cuestionario, leer las instrucciones, responder a todas las preguntas y enviar el cuestionario completo.
 7. Encontrar y revisar una nota.
 8. Leer una noticia/anuncio del profesor.
 9. Encontrar, publicar e interactuar en un blog del curso.
 10. Encontrar los foros de discusión y participar en una conversación.
- c) Utilizar la herramienta como profesor:
 1. Crear contenido en el curso.
 2. Crear contenido en el curso con disponibilidad condicionada (ocultar/habilitar).
 3. Crear una asignación de tarea.
 4. Crear un cuestionario con diferentes tipos de preguntas.
 5. Reorganizar/Ordenar elementos en el menú del curso.
 6. Copiar elementos desde una sección del curso a otra.
 7. Ingresar y administrar las notas del alumno.
 8. Calificar/evaluar el trabajo de un alumno.

Diversas herramientas de análisis automático como las descritas en [1], facilitan el trabajo de revisión de los distintos niveles de accesibilidad presentes en los criterios de conformidad WCAG 2.0 [13], pero deben contar con el apoyo en la revisión de un grupo de usuarios finales expertos.

4 Conclusiones

La accesibilidad de un campus virtual debe garantizarse a dos niveles: (1) La accesibilidad de plataforma de gestión de aprendizaje (LMS) que da soporte al campus, y (2) la accesibilidad del material de aprendizaje que se publica en la plataforma. Un campus virtual con una plataforma LMS que cumpla con los diferentes criterios de conformidad de pautas como las descritas en WCAG 2.0, pierde la accesibilidad en el momento que se publica contenido no accesible, por lo que es importante mantener un proceso continuo de formación para los usuarios involucrados en el campus virtual.

La formación para los usuarios de campus virtuales es un proceso continuo que debe contemplar principalmente los siguientes componentes: (1) Formación a los docentes y estudiantes en técnicas para creación de documentos accesibles. (2) Formación a los docentes en técnicas de Diseño Universal para el Aprendizaje. (3) Funcionalidades disponibles de validación de accesibilidad de contenido en editores disponibles en plataformas LMS.

Los principios básicos que deben cumplir los LMS son los siguientes: (1) Permitir a los usuarios la personalización en base a sus preferencias; (2) Proveer equivalentes a los elementos visuales y tempo-dependientes; (3) Utilizar diferentes formas de presentar la información en una interfaz; (4) Proveer información compatible con ayudas técnicas; (5) Permitir acceso a todas las funcionalidades a través del teclado y (6) Proveer información de contexto e información del estado del usuario en todo momento.

La evaluación de la accesibilidad de una plataforma LMS y de su contenido es un proceso que debe realizarse periódicamente y constar con dos fases principales: (1) Análisis automático con herramientas de validación; (2) Análisis manual/evaluación heurística de expertos y usuario final. La institución debe establecer una política para evaluación de accesibilidad conjuntando a un grupo de evaluadores técnicos y principalmente usuarios finales que validen la correcta funcionalidad del campus virtual.

No existe una plataforma LMS que cumpla al 100% con los distintos requisitos de accesibilidad establecidos por las recomendaciones internacionales. Sin embargo, por los resultados de los estudios analizados, parece que unas de las mejores plataformas, (en la categoría de plataformas de código abierto) respecto a la accesibilidad y adaptabilidad son ATutor y Moodle.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado, en parte, por el proyecto ESVI-AL. “Educación Superior Virtual Inclusiva – América Latina” www.esvial.org, en el marco del programa ALFA III de la Unión Europea.

Referencias

1. Amado H & Hernández R (2012), “Recomendaciones para la creación de documentos de contenido docente accesible.” Actas del IV Congreso Internacional sobre Aplicación de

- Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA 2012), Pag 109. ISBN: 978-9942-08-386-9
2. AusAID (2013) Guidelines for preparing accessible content. Australian Agency for International Development. Disponible en: <http://www.ausaid.gov.au/business/Pages/web-content-accessibility-guidelines.aspx>.
 3. Compare Higher Education LMS - "Instructure – CANVAS" disponible en: <http://www.instructure.com/compare-higher-education> [último acceso: 12/01/2013]
 4. Batanero C et al. (2012), "Norma ISO/IEC 24751: Acceso para todos". Actas del III Congreso Iberoamericano sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2012), Pag 105. ISBN: 978-84-8138-367-6
 5. Graf S & List B (2005) "An Evaluation of Open Source E-Learning Platforms Stressing Adaptation Issues", iCALT 2005, pp163-165, ISBN: 0-7695-2338-2
 6. IDRC (2010) Accessibility of Office Documents and Office Applications. The Inclusive Design Research Centre, Canadá. Disponible en: <http://adod.idrc.ocad.ca/>.
 7. Iglesias A, Moreno L, Martínez P & Calvo R. "Evaluating the Accessibility of Three Open-Source Learning Content Management Systems: A Comparative Study." Computer Application in Engineering Education, Wiley Periodicals, 2011 10.1002/cae.20557
 8. INTECO (2010) Guía de WAI ARIA. Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación. <http://www.inteco.es/file/cPaNoHmdaUbMlxpjOX2pMw>
 9. INTECO (2012) Accesibilidad: Manuales y guías. Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación http://www.inteco.es/Accesibilidad/difusion/Manuales_y_Guias/
 10. ISO (2008) ISO/IEC 24751-1:2008, Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 1: Framework and reference model. International Standard Organization, Geneva, Switzerland
 11. ISO (2008) ISO/IEC 24751-2:2008, Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 2: "Access for all" personal needs and preferences for digital. International Standard Organization, Geneva, Switzerland
 12. ISO (2008) ISO/IEC 24751-3:2008, Information technology -- Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training -- Part 3: "Access for all" digital resource description. International Standard Organization, Geneva, Switzerland
 13. ISO (2012) ISO/IEC 40500:2012, Information technology -- W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. International Organization for Standardization.
 14. Martin L, Roldán D, Revilla O, Aguilar M, Santos O, Boticario J, "Usability in e-Learning Platforms: heuristics comparison between Moodle, Sakai and dotLRN" OpenACS and .LRN conference 2008, Guatemala, 2008 [último acceso: 22/12/2012] en: https://adenu.ia.uned.es/web/sites/default/files/openacs08_lm-drm-or-mja-ocs-jgb.pdf
 15. Mikroyannidis, A., Hernández, R., Schmitz, H. (2012) Proceedings of the 1st International Workshop on Cloud Education Environments, Guatemala. Disponible en: <http://ceur-ws.org/Vol-945/>.
 16. Moodle (2012) "Especificación de accesibilidad Moodle", disponible en: http://docs.moodle.org/dev/Moodle_Accessibility_Specification [últ. acceso: 12-12-2012]
 17. Moreno, L. (2013) Recursos para elaborar documentación accesible. Universidad Carlos III, España. Disponible en: http://labda.inf.uc3m.es/doku.php?id=es:labda_personal:personal_lmoreno#ReDocuAcc.
 18. Power C. "Report on the accessibility and usability of the .LRN and Moodle platforms", 2007, EU4ALL disponible en: <http://www.eu4all-project.eu/content/downloads-guidelines> [último acceso: 12/11/2012]
 19. Ruiz N, Vera P, García R, Viciana R, Cañedas, F, Reche P. "Comparing open-source e-Learning platforms from adaptivity point of view." 2009, EAEEIE Annual Conference, 22-24 Jun 2009, IEEE, ISBN: 978-1-4244-5386-3

20. Sama, V., Sevillano, E. (2012) Guía de accesibilidad de documentos electrónicos. Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.
21. UNE (2007) Norma UNE-EN ISO 9999:2007: Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología (ISO 9999:2007)
22. W3C (2008) Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. World Wide Web Consortium. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>. Equivalente a la norma ISO 40500:2012. Equivalente a la norma española UNE 139803:2012. Disponible traducción oficial en español en: <http://www.sidar.org/traduccion/wcag20/es/>.
23. W3C (2011a) Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.0. World Wide Web Consortium. <http://www.w3.org/TR/wai-aria/>.
24. W3C (2012a) WAI Guidelines and Techniques. World Wide Web Consortium. Disponible en: <http://www.w3.org/WAI/guid-tech.html>.
25. W3C (2012b) Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0. Working Draft. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/ATAG20/>.
26. W3C (2012c) User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) 2.0. Working Draft. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/UAAG20/>.