

# The use of LA to evaluate the performance of students with visual disabilities when applying accessibility criteria in online courses

Diego Buenaño-Fernandez<sup>1</sup>[0000-0001-8123-2783], Tania Acosta<sup>2</sup> [0000-0002-4367-8298] and Sergio Luján-Mora<sup>3</sup>[0000-0001-5000-864X]

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas,  
Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador  
diego.buenano@udla.edu.ec

<sup>2</sup> Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información,  
Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador  
tania.acosta@epn.edu.ec

<sup>3</sup> Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos,  
Universidad de Alicante, Alicante, España  
sergio.lujan@ua.es

**Abstract.** The inclusion of accessibility criteria in the digital educational resources does not guarantee the learning of people with some type of disability. In the literature analyzed, it is possible to identify several works related to accessibility and usability issues in educational environments, especially applied to massive open online courses (MOOC). However, there is little research related to the level of learning achieved by people with some type of disability when faced with online courses. The objective of the innovative proposal that will be developed in this paper is to go beyond evaluating only compliance with the accessibility standards established for websites or virtual learning environments. This paper proposes to apply techniques and tools of web analysis to evaluate the learning routes of courses that include or not include accessibility criteria. This evaluation will allow us to detect potentially dangerous points in the learning routes that students follow. These potentially dangerous points may be related to several factors of instructional design of online courses, however, in this work we will focus on evaluating accessibility criteria for people with visual disability.

**Keywords:** Accessibility, Learning Analytics, Learning Routes, Massive Open Online Courses (MOOC), Visual Disability, Web Analytics, Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, World Wide Web Consortium (W3C).

## 1 Introducción

En la actualidad los contextos educativos mediados por las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ponen a disposición del estudiante una amplia gama de recursos digitales de aprendizaje. Este tipo de recursos ha ido ganando relevancia

gracias a la aplicación de nuevos enfoques pedagógicos [1], los mismos que ponen especial atención a la interactividad que realiza el estudiante con la plataforma virtual. La modalidad de estudio a través de cursos en línea, sean estos masivos (*Massive Open Online Course*, MOOC) o privados (*Small Private Online Course*, SPOC), ha permitido masificar las oportunidades de aprendizaje para toda la población en todas las áreas de conocimiento. Sin embargo, solo si estos cursos cumplen con criterios de accesibilidad y usabilidad, podrán ofrecer flexibilidad de aprendizaje y beneficios a todos, incluyendo a las personas con algún tipo de discapacidad [5]. A continuación, se describen de forma cronológica algunos trabajos previos realizados en el área de la accesibilidad y los MOOC.

En el año 2013, un estudio presentó los resultados de un análisis preliminar de la accesibilidad de un número pequeño de MOOC. Las conclusiones fueron que las WCAG 2.0 no incluyen requisitos de accesibilidad para personas de edad avanzada. Adicionalmente, los autores concluyeron que debería haber un aumento de conciencia por parte de los autores de contenido, con el propósito de producir contenido accesible [15].

En el año 2014, una investigación propuso dos categorías y características de accesibilidad web que deberían cumplir las plataformas MOOC y sus contenidos. Las categorías propuestas fueron personales y no personales. Los autores concluyeron que la falta de accesibilidad web podría discriminar la participación de personas con discapacidad en los cursos MOOC. Es decir, los MOOC no cumplirían con los objetivos para los que fueron creados, como por ejemplo brindar acceso a todas las personas [16].

En el año 2014, una investigación presentó una metodología para evaluar la accesibilidad de los cursos MOOC. Los autores consideraron el contenido educativo, las herramientas automáticas, las herramientas de prueba y los simuladores de discapacidad de las plataformas UNED COMA, COLMENIA y MiriadaX. Como resultado de esta investigación, los autores identificaron grandes problemas que deben vencer las personas con discapacidad para acceder a estas plataformas educativas. Algunas de las dificultades detectadas en este estudio fueron: inconvenientes con la navegación; dificultad en la comprensión de textos debido a que algunos documentos eran escaneados como imagen, lo cual impedía a los usuarios de lectores de pantalla acceder al contenido; enlaces rotos y falta de cumplimiento de los estándares W3C [7].

En el año 2014, una descripción general sobre los MOOC y los proveedores de infraestructura MOOC fue presentada. Los autores concluyeron que ninguna de las plataformas consideradas en el estudio era completamente accesible, lo cual podía provocar exclusión en las personas con discapacidad [2].

En el año 2015, un diseño de software para incorporar características de accesibilidad en plataformas MOOC que apoyaba a autores en la creación de contenido accesible fue presentado. Los autores concluyeron que se deben comprender las necesidades de las personas con discapacidad para diseñar plataformas MOOC y contenidos con el fin de disminuir las barreras de accesibilidad [14].

Este breve análisis de artículos relacionados permite evidenciar un carente uso de criterios de accesibilidad en los MOOC, lo que ocasiona discriminación en las personas con una o varias discapacidades, como también en adultos mayores y en personas

sin discapacidad. Nosotros no hemos encontrado investigaciones sobre el uso de herramientas de analítica de aprendizaje (AA) aplicadas a los MOOC que analicen el nivel de aprendizaje logrado por las personas con discapacidad en función del estudio de sus rutas de aprendizaje. Por lo tanto, proponemos realizar un estudio usando AA que nos permita conocer el rendimiento de los estudiantes con discapacidad visual considerando las rutas de aprendizaje y el nivel de accesibilidad de cada una de ellas.

Bajo esta introducción, el desafío que asumimos para el presente artículo es analizar cómo la inclusión o no de criterios de accesibilidad puede afectar a los resultados de aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual. Varios trabajos previos [4], [5], [11] se orientan a evaluar la aplicación en sí de criterios de accesibilidad sobre todo en MOOC. Sin embargo, consideramos que estos estudios necesitan complementarse realizando un análisis detallado del beneficio que otorga la inclusión o no de criterios de accesibilidad sobre el aprendizaje de personas con algún tipo de discapacidad. El análisis que se propone en este trabajo se puede llevar a cabo aplicando conceptos de analítica de aprendizaje. La aplicación de técnicas y herramientas de AA y analítica web pueden entregar información valiosa respecto del comportamiento del estudiante a través del estudio las rutas de aprendizaje seguidas cuando trabaja en plataformas virtuales.

Una revisión de los puntos esenciales de la AA en relación con aspectos de accesibilidad y usabilidad muestra que no han sido temas de especial interés para los investigadores [1]. Existen varias definiciones de LA y que no todos los autores están de acuerdo con ellas. Un enfoque ampliamente aceptado es el propuesto por Society for Learning Analytics Research<sup>1</sup> que define AA como: "...la medición, recopilación, análisis e información de los datos sobre los alumnos y sus contextos, con el fin de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se produce". Vale la pena mencionar un concepto que es muy común en AA y es el relacionado con la minería de datos educativos, el mismo que se define como una metodología enfocada en el descubrimiento de patrones que permitan hacer predicciones que caractericen el comportamiento y los logros de los estudiantes [12].

Las herramientas de análisis web pueden aportar un marco de referencia ideal para analizar los entornos de aprendizaje en cualquier contexto educativo basado en la web. El análisis web se puede entender como la medición, recopilación, análisis y visualización de datos web para entender el comportamiento de los estudiantes y así poder optimizar su experiencia de usuario [1]. Por ejemplo, las acciones como reproducir, detener, rebobinar, reenviar o repetir videos se pueden rastrear con herramientas de analítica web.

### **1.1 Herramientas de analítica de aprendizaje**

Las herramientas de AA se utilizan para recopilar datos producto de las interacciones que realizan los estudiantes cuando trabajan en entornos virtuales de aprendizaje. Dependiendo del entorno virtual de aprendizaje dicha información se almacena en archivos de registro y generalmente son datos sin ninguna estructura establecida, sobre los cuales es necesario realizar obligatoriamente una etapa de preprocesamiento.

---

<sup>1</sup> <https://solaresearch.org/>

La elección de una herramienta adecuada es fundamental en el proceso de AA. Algunas herramientas de AA se basan en el concepto de *clickstream*, el mismo que hace referencia al registro de la ruta de navegación que realiza un usuario mientras navega por la web [3]. En los entornos virtuales de aprendizaje, los datos de *clickstream* son especialmente útiles para que los docentes visualicen cómo los estudiantes interactúan con las diversas actividades de aprendizaje planificadas. Además, con esta información los docentes pueden evaluar la efectividad del diseño instruccional de un curso *e-learning*. Por otro lado, existen tecnologías adaptativas que permiten ir midiendo el rendimiento del estudiante con fines descriptivos o predictivos. Estas tecnologías suelen trabajar de forma local, es decir, trabajan como un componente independiente de una aplicación específica [13]. Esta definición nos acerca a conceptos como aprendizaje distribuido avanzado (*Advanced Distributed Learning, ADL*).

xAPI<sup>2</sup> o también llamada *Experience API* es una aplicación de código abierto que permite almacenar y recuperar datos en un formato consistente conocido como *Learning Record Store (LRS)*, en el que se almacenan las actividades de interacción que realiza un estudiante cuando utiliza entornos de aprendizaje mediados por las TIC [9]. Este tipo de rastreo se convierte en una herramienta poderosa que, además de mostrar las rutas de aprendizaje que sigue un estudiante, permite detectar la funcionalidad real de los recursos educativos digitales aplicados en un curso en línea. Este tipo de aplicaciones permite la comunicación de diferentes sistemas de forma segura. xAPI se considera como una evolución del modelo *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)*. Este modelo se usa para empaquetar contenido de aprendizaje electrónico con el objetivo de conseguir la interoperabilidad entre sistemas de gestión de aprendizaje (*Learning Management System, LMS*) [9].

## 1.2 Accesibilidad web

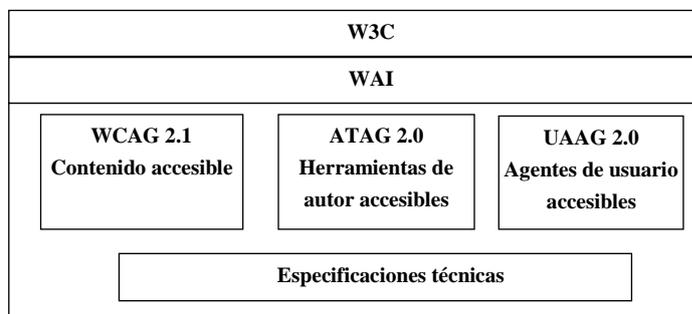
Las características en el diseño web que hacen posible que todas las personas puedan percibir, entender, navegar e interactuar en la web se conoce como accesibilidad web [10]. El World Wide Web Consortium (W3C) a través de la Iniciativa para la Accesibilidad Web (Web Accessibility Initiative, WAI) ha propuesto tres estándares enfocadas a mejorar la accesibilidad web [20]:

1. Pautas de accesibilidad al contenido web (Web Content Accessibility Guidelines, WCAG).
2. Pautas de accesibilidad de las herramientas de autor (Authoring Tool Accessibility Guidelines, ATAG).
3. Pautas de accesibilidad de los agentes de usuario (User Agent Accessibility Guidelines, UAAG).

Adicionalmente, la WAI ha propuesto técnicas que deben aplicarse según las circunstancias y documentación de fallas comunes para desarrollar y evaluar el contenido web, como se muestra en la Figura 1.

---

<sup>2</sup> <https://xapi.com/overview/>



**Fig. 1.** Pautas de accesibilidad propuestas por W3C

Con respecto a las WCAG, la versión 1.0 fue presentada en mayo de 1999, la versión 2.0 en diciembre del 2008 [21], y la versión 2.1 es una recomendación publicada en junio de 2018 [22]. Las WCAG 2.1 plantean un conjunto de recomendaciones que explican cómo hacer que el contenido web sea más accesible para las personas con discapacidad. Las WCAG 2.1 consideran esenciales cuatro principios de accesibilidad [22]:

- **Perceptible:** la información presentada en una página web debe ser percibida por los usuarios.
- **Operable:** los usuarios deben poder navegar y operar los componentes de la interfaz.
- **Comprensible:** los usuarios deben ser capaces de comprender la información y el funcionamiento de la interfaz.
- **Robusto:** los agentes de usuario, incluidas las tecnologías de apoyo, deben permitir a los usuarios acceder al contenido.

La consideración de estos principios en las fases de diseño y desarrollo web permiten que las personas con discapacidad accedan e interactúen con el contenido web. Adicionalmente a los principios de accesibilidad, las WCAG 2.1 incluyen 13 directrices, 78 criterios de éxito. Los criterios de éxitos de accesibilidad web son clasificados en 3 niveles de conformidad: el nivel de conformidad A (nivel mínimo de accesibilidad), nivel AA (nivel medio de accesibilidad) y nivel AAA (nivel alto de accesibilidad). W3C sugiere utilizar WCAG 2.1 con el fin de atender mejor manera las necesidades de más personas que tienen o no acceso a Internet. Adicionalmente, la WAI se ha preocupado de mantener la compatibilidad con versiones anteriores de WCAG 2.1. Todos los criterios de WCAG 2.0 se incluyen en WCAG 2.1, por lo que los sitios web que se ajustan a WCAG 2.1 también se ajustarán a WCAG 2.0 [8].

Con respecto a las ATAG, las herramientas de autor constituyen el software y servicios que los autores (desarrolladores web, diseñadores, etc.) utilizan para producir contenido web (páginas web estáticas, aplicaciones web dinámicas, etc.). Las ATAG 2.0 fueron publicadas en septiembre de 2015 y constan de dos partes [18]:

- **Parte A:** incluye principios y pautas para el diseño de herramientas de autor de contenido web que son más accesibles para autores con discapacidad.

- Parte B: incluye principios y pautas para apoyar y promover la producción de contenido web accesible por parte de los autores.

ATAG 2.0 incluye 24 pautas (13 parte A, 11 parte B). Las pautas se dividen en 89 criterios de éxito (33 parte A, 56 parte B) y 3 niveles de conformidad (A, AA y AAA).

Con respecto a las UAAG, estas pautas recomiendan cómo hacer que los agentes de usuario (navegadores, reproductores multimedia y productos de apoyo) sean accesibles para las personas con discapacidad. Las UAAG 2.0 fueron propuestas en diciembre del 2015 y están organizado en 5 principios (perceptible, operable, comprensible, acceso programático, especificaciones y convenciones) y 25 pautas [19].

En la Tabla 1, se describen a modo de ejemplo ocho barreras de accesibilidad que deben vencer las personas con discapacidad visual al acceder a recursos web.

**Tabla 1.** Barreras de accesibilidad web para personas con discapacidad considerando las WCAG 2.1

No.	Barreras de accesibilidad	Criterio de éxito WCAG 2.1	Descripción	Nivel de conformidad WCAG 2.1
1	Carece del mapa de contenidos o mal estructurado.	Bloques de derivación.	Un mecanismo está disponible para eludir bloques de contenido que se	A
2	Uso de CAPTCHA sonoro con un idioma diferente al del usuario.	Contenido no textual.	Se proporcionan alternativas de texto que identifican y describen el propó-	A
3	Página web sin título.	Título de la página.	Las páginas web tienen títulos que describen un	A
4	Imágenes sin texto alternativo que describa su contenido.	Contenido no textual.	Todas las imágenes, los botones de imagen y los puntos calientes del mapa	A
5	Los subtítulos no están sincronizados con el	Subtítulos (Pregrabados)	Los subtítulos sincronizados se proporcionan para	A
6	Tablas cuyo contenido resulta incompatible cuando se lee de forma	Información y relaciones.	La información, la estructura y las relaciones transmitidas a través de la	A
7	Documentos PDF no accesibles.	Secuencia significativa.	Garantizar la correcta tabulación y orden de	A
8	Al expirar una sesión de trabajo el usuario pierde la información cuando	Re/autenticación.	Cuando una sesión autenticada caduca, el usuario puede continuar la activi-	AAA

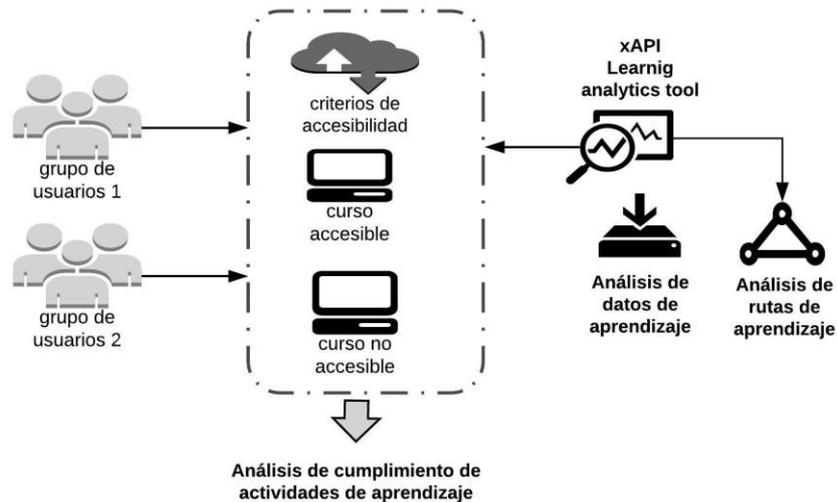
### 1.3 Expectativas de estudiantes con discapacidad en cursos en línea

Según [6] en la sociedad se puede observar una actitud cambiante respecto de la inclusión de estudiantes con discapacidad en cursos universitarios. En dicho artículo se presentan datos que evidencian una creciente proporción de estudiantes matriculados en cursos ofrecidos por instituciones de educación superior y que declaran algún tipo de discapacidad. El análisis se realizó a partir de datos provenientes del reporte anual de estudiantes 2016 de la Open University (OU), en el que se observa un aumento de estudiantes que declaran algún tipo de discapacidad del 6,8% en 2010 - 2011 al 16,4%

en 2014 - 2015 [17]. Sin embargo, de estas estadísticas el número de estudiantes con discapacidad dentro de un curso en línea puntual puede ser relativamente menor al promedio establecido en los datos presentados. Por otro lado, los estudios cualitativos pueden ayudar a identificar las expectativas del estudiante y establecer la posición de los educadores sobre cómo los MOOC pueden ser útiles para los alumnos con discapacidad.

## 2 Método

Para cumplir con el objetivo del trabajo se propondrá la implementación de dos cursos con estructura y contenidos iguales. El primer curso deberá incluir criterios de accesibilidad para personas con discapacidad visual, mientras que el segundo no incluirá ningún criterio. Para el desarrollo de los cursos se tomarán en cuenta los principios del diseño universal de aprendizaje (*Universal design learning*, UDL) intentando que las experiencias de aprendizaje sean más accesibles, motivadoras, sensibles y significativas para todos los estudiantes [7]. Se proyecta trabajar con dos grupos de usuarios (personas con discapacidad visual y personas sin ese tipo de discapacidad). Además de realizar la evaluación de aprendizaje a través de la evaluación de la tasa de aprobación y las calificaciones obtenidas por los estudiantes, se tomarán en cuenta varios criterios adicionales tales como: la edad, el sexo, las calificaciones previas, los aspectos socioeconómicos entre otras variables demográficas que generalmente aportan para la evaluación del aprendizaje [10]. Como complemento a la evaluación sumativa, se propone el uso de la herramienta de AA xAPI. Esta herramienta permite recopilar información de los rastros que deja el estudiante cuando trabaja con entornos virtuales de aprendizaje [9]. En la Fig. 2. se describe el proceso descrito en esta sección el cual se propone para llevar a cabo la implementación del proyecto de investigación.



**Fig. 2.** Esquema de trabajo propuesto para implementar el trabajo de investigación

Además, con los datos almacenados en el LRS de xAPI, se llevará a cabo un análisis de rutas de aprendizaje con el fin de comparar rutas de navegación, calcular la ruta más típica, detectar errores en la ruta, establecer la ruta de aprendizaje óptima, etc. Por ejemplo, al trabajar en un entorno Moodle se pueden identificar las rutas que sigue un estudiante al interactuar con la plataforma. Estas rutas se establecen a partir de los diferentes eventos que se realizan cuando un estudiante interactúa con la plataforma (cuestionarios, foros, tareas, y recursos).

### 3 Conclusiones y trabajo futuro

La información presentada en este documento forma parte de un proyecto de investigación más amplio. El proyecto tiene como objetivo realizar el análisis cuantitativo y cualitativo de los efectos que la inclusión o no de criterios de accesibilidad en cursos en línea tiene sobre el aprendizaje de personas con discapacidad visual. Este artículo está direccionado específicamente al desarrollo de un marco de trabajo que permita llevar a cabo el proyecto de investigación mencionado.

La inclusión de estándares de accesibilidad en entornos virtuales de aprendizaje (WCAG 2.1, ATAG 2.0 y UAAG 2.0), por sí solo no garantiza la consecución de un aprendizaje significativo de estudiantes con algún tipo de discapacidad. Por lo tanto, para complementar la funcionalidad que ofrecen dichos estándares, particularmente en entornos educativos, se hace imprescindible analizar el comportamiento de los estudiantes cuando interactúan con plataformas virtuales. Esto permitirá retroalimentar al docente en aspectos tales como: el diseño instruccional de los cursos y las rutas de aprendizaje que siguen los estudiantes. Al trabajar sobre estos dos elementos se

aspira obtener datos que permitan mejorar el aprendizaje de los estudiantes con algún tipo de discapacidad cuando se enfrenten a cursos en línea abiertos.

La aplicación de herramientas de AA permite recopilar información importante de la interacción que realiza el estudiante cuando trabaja en entornos virtuales de aprendizaje. Particularmente, la herramienta xAPI ofrece una gama amplia de opciones para almacenar los rastros que deja un usuario al navegar por un sitio web, en este caso un entorno virtual de aprendizaje.

## Referencias

1. Amo, D. et al.: Using web analytics tools to improve the quality of educational resources and the learning process of students in a gamified situation. In: Proceedings of 12th International Technology, Education and Development Conference, INTED 2018. pp. 5824–5829 (2018).
2. Bohnsack, M., Puhl, S.: Accessibility of MOOCs. In: Proceedings of 14th International Conference, ICCHP 2014. pp. 141–144 (2014).
3. Chan, J. et al.: How Clickstream Tracking Helps Design Mobile Learning Content. *Int. J. Humanit. Soc. Sci. Educ.* 2, 7, 95–104 (2015).
4. Iniesto, F. et al.: Accessibility of MOOCs: Understanding the Provider Perspective. *J. Interact. Media Educ.* 1, 1, 1–10 (2016).
5. Iniesto, F. et al.: Auditing the accessibility of Massive Open Online Courses ( MOOCs ). In: Proceedings of 14th Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe Congress, AAATE 2017. pp. 1–4 (2008).
6. Iniesto, F. et al.: What are the expectations of disabled learners when participating in a MOOC? In: Proceedings of 4th Conference on Learning @ Scale , L@S 2017. pp. 6–9 (2017).
7. Iniesto, F., Rodrigo, C.: Accessibility assessment of MOOC platforms in Spanish: UNED COMA, COLMENIA and Miriada X. 2014 Int. Symp. Comput. Educ. SIIE 2014. 169–172 (2014).
8. Kirkpatrick A.: WCAG 2.1 is a W3C Recommendation | W3C Blog, <https://www.w3.org/blog/2018/06/WCAG21-REC/>.
9. Lim, K.C.: Case Studies of xAPI Applications to E-Learning. In: Proceedings of The 12th International Conference on eLearning for Knowledge-Based Society, 2015. pp. 11–12 (2015).
10. Luján-Mora, S.: Web Accessibility Among the Countries of the European Union: a Comparative Study. *Actual Probl. Comput. Sci.* 1, 3, 18–27 (2013).
11. Ngubane-Mokiwa, S.: Accessibility strategies for making MOOCs for people with visual impairments: A universal design for learning (UDL) perspective. In: Proceedings of Pan-Commonwealth Forum on Open Learning, 2016. pp. 1–12 (2016).
12. Peña-Ayala, A.: Educational data mining: A survey and a data mining-based analysis of recent works. *Expert Syst. Appl.* 41, 4 PART 1, 1432–1462 (2014).
13. Raybourn, E.M.: A new paradigm for serious games: Transmedia learning for

- more effective training and education. *J. Comput. Sci.* 5, 3, 471–481 (2014).
14. Sanchez-Gordon, S., Luján-Mora, S.: How could MOOCs become accessible? The case of edX and the future of inclusive online learning. *J. Univers. Comput. Sci.* 22, 1, 55–81 (2016).
  15. Sanchez-Gordon, S., Luján-Mora, S.: Web accessibility of MOOCs for elderly students. In: *Proceedings of 12th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2013*. pp. 1–6 (2013).
  16. Sanchez Gordon, S., Luján Mora, S.: Web Accessibility Requirements for Massive Open Online Courses Can MOOCs be really universal and open to anyone? In: *Proceedings of 5th Congreso Internacional sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual , CAFVIR 2014*. pp. 530–535 (2014).
  17. The Open University: Equality and Diversity Annual Report 2016 Monitoring data Student participation , completion and attainment, <http://www.open.ac.uk/equality-diversity/content/monitoring-reports>.
  18. Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0, <https://www.w3.org/TR/ATAG20/>.
  19. User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) 2.0, <https://www.w3.org/TR/UAAG20/>.
  20. W3C Accessibility Standards Overview | Web Accessibility Initiative (WAI) | W3C, <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/>.
  21. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>.
  22. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.