



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2358>

Ciencias de la Computación
Artículo de revisión

*Evaluación de la accesibilidad web de un producto de software académico
desarrollado a medida*

Web accessibility evaluation of a custom developed academic software product

*Avaliação da acessibilidade da web de um produto de software acadêmico
desenvolvido sob medida*

Katherine Maribel Gallegos-Carrillo ^I
kgallegos@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6882-8478>

Luis Miguel Mejía-Paucar ^{II}
luis.mejia@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3261-9898>

Correspondencia: kgallegos@epoch.edu.ec

***Recibido:** 30 de agosto de 2021 ***Aceptado:** 22 de septiembre de 2021 *** Publicado:** 12 de octubre de 2021

- I. Master Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos, Ingeniera en Sistemas Informáticos, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Magister en Pequeñas y Medianas Empresas Mención Finanzas, Ingeniero Comercial Mención Gerencia de Negocios, Tecnólogo en Logística y Transporte, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El proceso de desarrollo de software a medida a veces se enfoca en el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos por el cliente, sin embargo, el paso de una pandemia que obligó el uso de las herramientas informáticas para mantener la continuidad de los servicios especialmente los de educación, ha demostrado que no es suficiente cumplir solamente con las funcionalidades de un producto de software, sino que además estas funcionalidades deben poder ser ejecutadas por un universo de usuarios que tienen capacidades diferentes. En este sentido, esta investigación se planteó el análisis de la accesibilidad de un aplicativo web desarrollado a medida para una institución de educación superior en el Ecuador, con el propósito de identificar las oportunidades de mejora del producto que permitan generar un ambiente que garantice el acceso por parte de todos los usuarios. Como método, se utilizó la evaluación de usuarios, el resultado arrojó un 50% de accesibilidad del sitio web que condujo además a generar recomendaciones de mejora para el producto de software.

Palabras clave: Accesibilidad; software desarrollado a medida; evaluación con usuarios; Métrica V3.

Abstract

The custom software development process sometimes focuses on meeting the minimum requirements established by the client, however, the pandemic of COVID-19, that forced the use of computer tools to maintain the continuity of services, especially those of education, has shown that it is not enough to satisfy only the functionalities of a software product, but also that these functionalities must be able to be executed by a universe of users who have different capacities. In this sense, this research proposed the analysis of the accessibility of a web application developed to measure for a higher education institution in Ecuador, with the purpose of identifying the opportunities for improvement of the product that will generate an environment that guarantees access by part of all users. As a method, the users evaluation of the product was used with 5 people of different capacities; the result showed a 50% accessibility of the website which also led to recommendations of improvement for the software product.

Keywords: Accessibility; custom developed software; users evaluation; Metrica V3.

Resumo

O processo de desenvolvimento de software customizado às vezes foca no atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos pelo cliente, porém, a passagem de uma pandemia que obrigou o uso de ferramentas de informática para manter a continuidade dos serviços, principalmente os de Educação, tem mostrado que não basta cumprir apenas as funcionalidades de um produto de software, mas também que essas funcionalidades devem poder ser executadas por um universo de usuários com diferentes capacidades. Nesse sentido, esta pesquisa propôs a análise da acessibilidade de uma aplicação web desenvolvida sob medida para uma instituição de ensino superior do Equador, com o objetivo de identificar as oportunidades de melhoria do produto que permitam gerar um ambiente que garanta o acesso de todos os usuários. Como método utilizado a avaliação do usuário, o resultado mostrou uma acessibilidade de 50% do site que também gerou recomendações de melhorias para o produto de software.

Palavras-chave: Acessibilidade; software desenvolvido sob medida; avaliação com usuários; Metric V3.

Introducción

La universidad enfrenta los cambios de la globalización, no sólo en su fondo y forma, sino en su enfoque de prestación de servicios también, que han sido mediatizados por el impacto de una pandemia que obligó a restablecer los parámetros de la educación en todos sus niveles. Por otra parte, el desarrollo de sistemas informáticos a medida es una tendencia en las universidades del centro del país, debido a las prestaciones que se adaptan a la autonomía que apoya el accionar de estas instituciones. Bajo esta premisa en este apartado, se analizan los aspectos generales relacionados al desarrollo del software a medida y también se distinguen los métodos aplicables para la evaluación de la accesibilidad como una característica esencial de los productos web que actualmente se utilizan.

El software a medida

El desarrollo de software incluye diversas tareas, como implementar nuevas funciones, analizar requisitos y corregir errores. Ser un experto en esas tareas requiere cierto conjunto de habilidades, conocimientos y experiencia (Baltes & Diehl, 2018). Hoy en día, muchas empresas están obligadas a desarrollar software a medida, pero es complejo lidiar con demandas personalizadas de diferentes

entornos mediante un proceso general desde la perspectiva del desarrollo (Tamimi et al., 2019). Sin embargo, tomando en cuenta los procesos de una organización, la solución de un software a medida puede marcar la diferencia en el cumplimiento de los objetivos trazados por parte de la dirección estratégica, puesto que se está hablando de una alta compatibilidad del software con los procesos ya establecidos en la empresa (Menes et al., 2018). Es importante mencionar en este punto que el ciclo de vida del proyecto contiene las fases del mismo, desde su inicio hasta su finalización; el director y/o los miembros del equipo de trabajo deben determinar la cantidad de recursos en términos de dinero, tiempo y personal que son requeridos para llevarlo a buen término (Otálora Luna et al., 2018). Sin embargo, durante el proceso y luego de entregado el producto de software, es necesario evaluar diferentes características de los productos, como la usabilidad, la accesibilidad, la adecuación funcional, la compatibilidad, la fiabilidad, la seguridad, la portabilidad (ISO, 2006), entre otros aspectos que permitan una mejor interacción con sus usuarios finales y aseguren la calidad del producto. A continuación, se describe la característica de la accesibilidad sobre la cuál gira la parte medular de esta investigación.

La accesibilidad y su evaluación

La accesibilidad, en el ámbito informático, está definida como una característica de las páginas web que permite que sean utilizables por el máximo número de personas, independientemente de sus conocimientos o capacidades personales e independientemente también de las características técnicas del equipo utilizado para acceder a la Web (Universidad de Alicante, 2008). La necesidad de que la Web sea universal y accesible por cualquier persona está presente desde el principio de la Web, ya que era un requisito contemplado en su diseño por su creador Tim Berners-Lee: “El poder de la Web está en su universalidad. El acceso por cualquier persona, independientemente de la discapacidad que presente es un aspecto esencial” (Zofío Jiménez, 2013). De esta manera se establece la importancia de la característica de la accesibilidad en los portales web que complementan los servicios de educación, especialmente en la actualidad, donde los escenarios se desarrollan en los ambientes de la virtualidad (Valarezo & Mora, 2013). Sin embargo, surge la pregunta, ¿Cómo es posible saber el grado de usabilidad que tiene sitio web? Para ello la ciencia ha planteado dos pilares fundamentales, el primero sobre los principios o estándares que sirven de base para establecer si se cumple o no con la característica de la accesibilidad y por otra parte la forma en que se lo puede saber. En cuanto al primer aspecto, el Consorcio Mundial de la Web (W3C por sus siglas en inglés), en su calidad de comunidad internacional para la determinación de estándares

web, ha concretado un listado de principios de accesibilidad para los sitios web, éstos son, entre otros (W3C, 2008):

- Todo contenido no textual tiene una alternativa textual.
- La información, estructura y relaciones es coherente, incluso como texto plano.
- El texto e imágenes de texto tiene una relación de contraste de, al menos, 4.5:1
- El texto puede ser ajustado sin ayudas técnicas hasta un 200 por ciento
- Toda la funcionalidad es operable a través de teclado.
- Las páginas web tienen títulos que describen su temática o propósito.
- El propósito de cada enlace puede ser determinado con sólo el texto del enlace.
- Los encabezados y etiquetas describen el tema o propósito.
- Formularios y enlaces presentan un título asociado a su función.

En cuanto a la evaluación, puede ser manejada desde diferentes aspectos y se puede clasificar por el lugar de la evaluación, según la forma de recabar información, según las personas que intervienen, según el estilo de evaluación, etc. (Hilera et al., n.d.). Para esta investigación se ha seleccionado la evaluación heurística con usuarios, que entre sus ventajas demuestra ser un método más efectivo frente a una evaluación sin usuarios, es decir, a través de aplicaciones informáticas (Marcos, 2006). Las heurísticas tomadas en cuenta en la evaluación están basadas en los principios determinados por el W3C.

Método y metodología

Dentro de esta investigación es necesario comentar sobre los métodos y metodologías aplicados desde dos aristas, la primera que comprende la fase del desarrollo de software como tal, y la segunda que comprende la evaluación de la accesibilidad del producto.

Sobre el proceso de desarrollo de software

El proceso de desarrollo de software requiere, en términos de aseguramiento de la calidad, la aplicación de una metodología que augure la conclusión exitosa de un producto y debe ser escogida en base a la naturaleza y características de cada proyecto. En este caso en particular, el desarrollo del producto de software fue realizado bajo la metodología Métrica V3 (Portal de Administración Electrónica, 2013), una metodología enmarcada en la categoría de tradicional y que fue escogida debido a la duración del proyecto (2 años), en donde una metodología ágil no es aplicable. Métrica

V3 propone tres fases para la construcción de software, a saber: Planificación de Sistemas de Información, Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas de Información; la segunda fase incluye cinco procesos dentro del ciclo de vida del desarrollo del software: Estudio de Viabilidad del Sistema, Análisis del Sistema de Información, Diseño del Sistema de información, Construcción del Sistema de Información e Implantación y Aceptación del Sistema

Sobre la evaluación de la accesibilidad

Para el proceso de evaluación de la accesibilidad se eligió el método de evaluación con 5 usuarios con capacidades diferentes, además su acceso fue aleatoriamente designado en equipos con diferentes características técnicas para obtener la mayor cantidad de información posible sobre el sitio web. Se planteó entonces un cuestionario de 8 preguntas con una escala de Likert para medir la accesibilidad del portal web. Una vez obtenidos los resultados, se procedió al análisis estadístico descriptivo de cada pregunta y a la obtención de un porcentaje de cumplimiento, que determinó adicionalmente las recomendaciones de mejora para el producto de software. Las preguntas se listan en la Tabla 1. Preguntas aplicadas en la evaluación de la accesibilidad

Tabla 1. Preguntas aplicadas en la evaluación de la accesibilidad

Código	Pregunta
PA01	¿Los contenidos no textuales (imágenes, gráficos, videos) presentan una alternativa textual?
PA02	¿La información, estructura y navegación ha sido coherente?
PA03	¿El texto presenta un contraste con el fondo de pantalla de la página web?
PA04	¿El texto puede ser ajustado hasta en un 200 por ciento?
PA05	¿Ha podido acceder a las funciones mediante el uso del teclado?
PA06	¿Las páginas web tienen títulos que describen su temática o propósito?
PA07	¿El propósito de cada enlace puede ser determinado con sólo el texto del enlace?
PA08	¿La opción de ayuda se presenta en todas las pantallas a lo largo de la navegación por el sitio?

Fuente: Autores

En la Tabla 2. Escala de Likert para la evaluación, se describe la escala de valoración para cada una de las preguntas y el puntaje asignado para cada opción.

Tabla 2. Escala de Likert para la evaluación

Valoración	Equivalencia	Puntaje
1	Nunca	0/1,00
2	Muy pocas veces	0,25/1,00
3	Algunas veces	0,50/1,00
4	Casi siempre	0,75/1,00
5	Siempre	1,00/1,00

Fuente: Autores

La evaluación fue planteada en un ambiente controlado, es decir, donde los equipos fueron seleccionados previamente e instalados en un laboratorio para el propósito.

Resultados

En esta investigación se divide en dos grandes momentos, el primero sobre el desarrollo del aplicativo web y el segundo sobre la evaluación de la accesibilidad del producto, por lo que, los resultados se presentan en dos puntos, pero la discusión ensambla el análisis y su influencia de el uno sobre el otro.

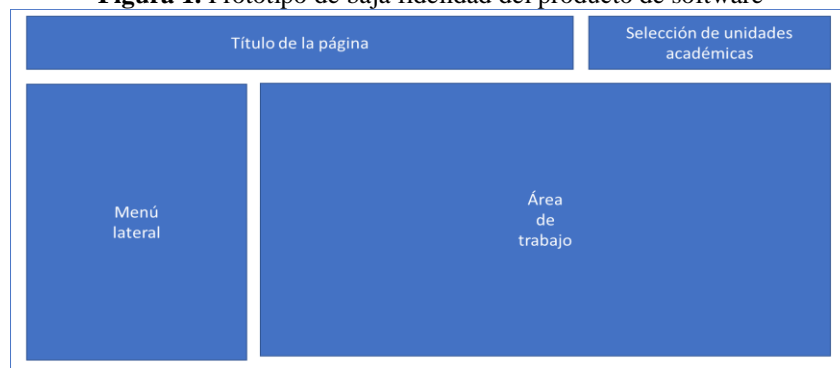
Sobre el proceso de desarrollo de software

Bajo la metodología Métrica V3, se resumen los resultados de acuerdo con las cinco fases del proceso de desarrollo de software.

En la etapa del estudio de viabilidad del sistema, se determinó el alcance del aplicativo web, así como el estudio de la reglamentación que rige a la universidad solicitante para conocer las restricciones que se aplicarán a las funciones requeridas para el sitio web, se realizó además un análisis del sistema informático vigente en su momento, con el fin de verificar las opciones reutilizables del mismo, y el patrón de arquitectura que sigue; este análisis condujo a la decisión del desarrollo de un aplicativo web que implemente principalmente las funcionalidad de: Registro de Matriculación como módulo para la web que permitirá la gestión de las matrículas de los estudiantes en cada período académico vigente, bajo el régimen académico aprobado de la universidad, y el Registro de Evaluaciones como un módulo para la web que permitirá la gestión de las diferentes calificaciones por parte del personal académico y la respectiva visualización por parte del estudiante.

En la fase de análisis del sistema de información se diseñó un bosquejo de la arquitectura del aplicativo web, en base a la infraestructura disponible y definida para el proyecto; además, se definieron los requisitos formales del sistema en base a las reuniones mantenidas con los usuarios identificados, el análisis de los casos de uso de las actividades a automatizar, y finalmente el prototipo de las interfaces. En la Figura 1. Prototipo de baja fidelidad para el producto de software, se presenta el prototipo de baja fidelidad propuesto para el proyecto.

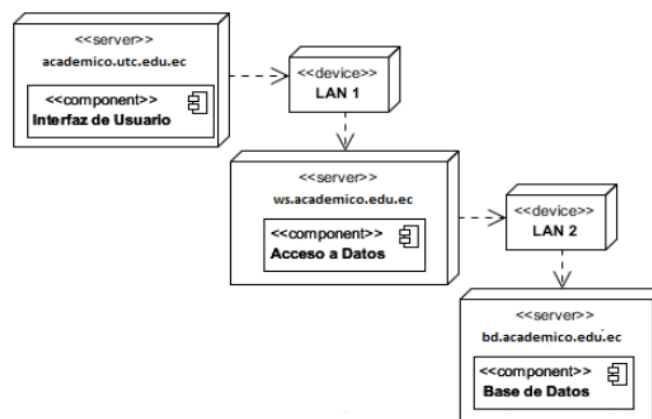
Figura 1. Prototipo de baja fidelidad del producto de software



Fuente: Autores

En la etapa del diseño del sistema de información, se obtuvieron entre otros aspectos, los prototipos de alta fidelidad, la arquitectura del sistema, el diseño de las clases y el diseño de la base de datos. En la Figura 2. Arquitectura del sistema, se observa el planteamiento de 3 capas para el producto de software con la intención de generar un producto escalable en el tiempo.

Figura 2. Arquitectura del sistema



Fuente: Autores

Como parte de los resultados de los resultados de la etapa de diseño se presenta también el prototipo de alta fidelidad en la Figura 3. Prototipo de alta fidelidad del producto de software.

Figura 3. Prototipo de alta fidelidad del producto de software



Fuente: Autores

En la fase de construcción del sistema de información se procedió al desarrollo como tal de la aplicación en base a los diseños generados en la etapa anterior. En la Figura 4. Producto desarrollado, se presenta la captura de pantalla de la página de matriculación del sistema desarrollado.

Figura 4. Producto desarrollado



Fuente: Autores

Finalmente, en la fase de implantación y aceptación del sistema se dispuso del producto en los servidores de la institución, previa la capacitación del personal técnico a cargo del soporte del sistema informático académico de la universidad.

Sobre la evaluación de la accesibilidad

Los resultados del cuestionario aplicado se describen en la **Tabla 3**. Resultados de la aplicación del cuestionario.

Tabla 3. Resultados de la aplicación del cuestionario

Pregunta	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5
PA01	4	5	4	3	2
PA02	3	2	2	4	4
PA03	2	1	1	3	4
PA04	4	1	1	2	2
PA05	4	3	3	5	5
PA06	5	4	1	4	3
PA07	3	4	4	3	2
PA08	1	3	3	4	2

Fuente: Autores

Aplicando la ponderación establecida en la **Tabla 2**. Escala de Likert para la evaluación, se obtienen los resultados cuantitativos de la evaluación en la **Tabla 4**. Evaluación cuantitativa de la accesibilidad.

Tabla 4. Evaluación cuantitativa de la accesibilidad

Pregunta	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Total por pregunta
PA01	0,75	1	0,75	0,5	0,25	3,25
PA02	0,5	0,25	0,25	0,75	0,75	2,5
PA03	0,25	0	0	0,5	0,75	1,5
PA04	0,75	0	0	0,25	0,25	1,25
PA05	0,75	0,5	0,5	1	1	3,75
PA06	1	0,75	0	0,75	0,5	3
PA07	0,5	0,75	0,75	0,5	0,25	2,75
PA08	0	0,5	0,5	0,75	0,25	2
Total por usuario	4,5	3,75	2,75	5	4	

Fuente: Autores

De los resultados cuantitativos se obtiene que, siendo 0 la calificación mínima posible y 8 la calificación máxima posible por usuario, y que, el promedio de las evaluaciones por usuario es de 4 puntos, se obtiene una calificación de 0,5/1,00 puntos o 50% de accesibilidad de la aplicación web. Adicionalmente, considerando que la mínima sumatoria de evaluaciones por cada pregunta es 0, la máxima sumatoria por pregunta es 5, se revela que: las preguntas con menor valor son las preguntas 3 y 4 del cuestionario, y las preguntas con mejores valoraciones acumuladas son la 1 y 5.

Discusión

Dados los resultados de la presente investigación, se deduce que la no inclusión de parámetros de calidad en el proceso del diseño del producto de software tiene una clara repercusión en las cualidades evaluables del productos final, en este caso, ha incidido en la obtención de una calificación de 0,5/1,00 que se define como POCO ACEPTABLE en el marco de una realidad que amerita que todos los usuarios puedan acceder a los servicios disponibles en la red, especialmente, los servicios relacionados al área de la educación. Observando los elementos visuales del producto final de la Figura 4. Producto desarrollado, se puede establecer los motivos por los cuales las preguntas 3 y 4 del cuestionario obtuvieron las más bajas calificaciones, y es que los objetos centrales en color rojo ofrecen un bajo contraste con las letras en blanco y además no se identifica un elemento de lupa que permita al usuario establecer el zoom deseado, salvo por el ofrecido directamente por el navegador web.

Desde otro punto de vista, la metodología Métrica V3, permite el desarrollo de software bajo un concepto tradicional, puesto que determina los pasos consecutivos a seguir para todo el desarrollo de la solución y permite la obtención de resultados donde no se puede aplicar metodologías ágiles dadas las condiciones del proyecto como por ejemplo el número de participantes en el equipo de trabajo o la duración del proyecto. Adicionalmente, la evaluación heurística con usuarios de la accesibilidad es una solución factible y efectiva para determinar el grado de esta característica de un sitio web, y ulteriormente obtener las posibles acciones de mejora para el producto de software.

Finalmente, y desde el aspecto de la accesibilidad, la principal línea de trabajo futuro se orienta a la aplicación de otros métodos de evaluación de esta característica para comparar los resultados obtenidos en esta investigación que ha aplicado la evaluación de tipo heurística con usuarios. Desde otro punto, en el marco del desarrollo del software se plantea la aplicación de la técnica del diseño centrado en el usuario para la técnica del diseño centrado en el usuario para que la

accesibilidad sea concebida desde las fases iniciales del proceso de desarrollo de software y valorar su impacto sobre la accesibilidad en el producto final.

Referencias

1. Baltés, S., & Diehl, S. (2018). Towards a Theory of Software Development Expertise. 14. <https://doi.org/10.1145/3236024.3236061>
2. Hilera, J. R., Amado-Salvatierra, H., Martínez, D., Viera, J., & Pestana, L. (n.d.). Accesibilidad web: Estudio de un caso con evaluación automática y evaluación de usuarios. Retrieved October 21, 2021, from www.alfa3programme.eu/es/projects
3. ISO. (2006). ISO 25010. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
4. Marcos, M. (2006). Evaluación de la usabilidad en sistemas de información terminológicos online. *Revista Académica Sobre Documentación Digital*, 4(1).
5. Menes, I., Aguirre, G., Rodríguez, C., Gallegos, K., & Menedez, J. (2018). Usability Evaluation of a Web Academic Software Developed to Measure. *KnE Engineering*, 3(9), 270. <https://doi.org/10.18502/KEG.V3I9.3660>
6. Otálora Luna, J. Enrique., Alarcón-Aldana, A. C., & Callejas-Cuervo, M. (2018). Metamodelo de medición de esfuerzo en proyectos de desarrollo de software (R. Cárdenas, Ed.; Primera). UPTC.
7. Portal de Administración Electrónica. (2013). PAe - Métrica v.3. Metodología de Planificación, Desarrollo y Mantenimiento de Sistemas de Información. https://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Metrica_v3.html
8. Tamimi, M., Alghamdi, F., & Yaseen, A. (2019). A Systematic Snapshot Review of Custom-Made Software Enterprises from the Development. <https://doi.org/10.24247/ijismrdjun20191>
9. Universidad de Alicante. (2008). Accesibilidad Web: ¿Qué es? Accesibilidad Web. <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/>
10. Valarezo, E., & Mora, S. L. (2013). Análisis para Aplicaciones Web. Escuela Politécnica Nacional.
11. W3C. (2008). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>
12. Zofío Jiménez, Javier. (2013). Aplicaciones web. Macmillan Iberia, S.A.
- 13.