



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: XI Número: 1. Artículo no.:73 Período: 1ro de septiembre al 31 de diciembre del 2023

TÍTULO: Evaluación de la usabilidad con herramientas automatizadas del mapa curricular web de un programa educativo del nivel superior.

AUTORES:

1. Máster. José Fidencio López Luna.
2. Dr. Hiram Herrera Rivas.
3. Dr. Jorge Arturo Hernández Almazán.

RESUMEN: Hoy en día, las computadoras y los dispositivos móviles se utilizan a menudo con fines laborales, académicos y de ocio, por nombrar algunos. El objetivo de este trabajo es medir la usabilidad del mapa curricular alojado en el sitio oficial de la Universidad Politécnica de Victoria para escritorio y el mismo mapa curricular, adaptado para dispositivos móviles. Para las evaluaciones se utilizaron las herramientas automatizadas GTmetrix, SEOptimer y MobiReady. Se encontraron errores y advertencias que no afectan el rendimiento, destacando que el sitio de escritorio no está optimizado para dispositivos móviles y viceversa. Se sugirió refactorizar y fusionar ambas versiones para brindar una buena experiencia a los visitantes y contribuir a mejores resultados en futuras evaluaciones.

PALABRAS CLAVES: usabilidad, herramientas automáticas, mapa curricular, sitios web, programa educativo superior.

TITLE: Evaluation of the usability with automated tools of the web curricular map of a higher-level educational program.

AUTHORS:

1. Master. José Fidencio López Luna.
2. PhD. Hiram Herrera Rivas.
3. PhD. Jorge Arturo Hernández Almazán.

ABSTRACT: Nowadays, computers and mobile devices are often used for work, academic and leisure purposes, to name a few. The objective of this work is to measure the usability of the curriculum map hosted on the official site of the Polytechnic University of Victoria for desktop and the same curriculum map, adapted for mobile devices. The automated tools GTmetrix, SEOptimer and MobiReady were used for the evaluations. Errors and warnings were found that do not affect performance, highlighting that the desktop site is not optimized for mobile devices and vice versa. It was suggested to refactor and merge both versions in order to provide a good experience for visitors and contribute to better results in future evaluations.

KEY WORDS: usability, automatic tools, curriculum map, websites, higher educational program.

INTRODUCCIÓN.

En educación, el mapeo curricular es una técnica que hace que los currículos sean más transparentes. Ayuda a los maestros, estudiantes o padres a obtener una comprensión más completa de un plan de estudios y sus resultados. Debido a estas valiosas funciones, las universidades utilizan el mapeo curricular para demostrar su calidad curricular y docente a los estudiantes potenciales y atraer nuevos estudiantes (Wang, 2014). Este puede ser observado ya sea impreso o digital, además de ser producido en diferentes formatos como pdf, docx o en forma de contenido web.

En este caso específico, la Universidad Politécnica de Victoria pública en su portal web la oferta educativa de cada uno de los programas educativos; entre ellos, el programa educativo de Ingeniería en Tecnologías de la Información, presentando la misión, visión, objetivos estratégicos, el perfil de

ingreso y egreso, las competencias documentadas por ciclos, el plan de estudios, el personal académico, tecnologías utilizadas o que se verán en el transcurso de la carrera y su mapa curricular (Universidad-Politécnica-de-Victoria, 2023). El diseño del mapa curricular es uno de los aspectos que hace que se vea muy útil, es por esto que al desarrollar un currículo se necesita equilibrar las habilidades de producción y codificación, así como el uso de herramientas para su desarrollo en conjunto con el diseño visual (Kuo et al., 2021; Singla & Aggarwal, 2020).

Toda persona tiene derecho a acceder al mapa curricular, por lo que este sitio debe ser usable y con contenido legible, siendo esto lo más importante, porque incluye una de las prácticas de diseño como es la usabilidad, logrando ser visible en diferentes dispositivos como: computadoras de escritorio, portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes (do Carmo Nogueira et al., 2018; Kearney-Volpe & Hurst, 2021). En este sentido, la tecnología crece a un ritmo desmesurado, en particular, la tecnología de comunicación móvil es considerada una de las tecnologías de más rápido desarrollo en las últimas décadas (Yang, 2021).

Debido a los avances, el celular se ha convertido en un dispositivo todo en uno que se puede llevar y usar en casi cualquier lugar; además, internet se está volviendo móvil, desde el escritorio hasta el bolsillo, y las aplicaciones sencillas e innovadoras son hoy en día una gran oportunidad para empresas, organizaciones, universidades y gobiernos para llegar e interactuar con clientes y ciudadanos, por lo que hoy en día las personas dependen cada vez más de estos dispositivos. La tecnología móvil ha demostrado ser relevante en todas las facetas de la vida, desde la salud, la educación (aprendizaje), el gobierno y el comercio (Adesina et al., 2015).

Existen diferentes enfoques para la evaluación de la usabilidad de páginas web, portales o aplicaciones, como las encuestas (Fangyu et al., 2009), las evaluaciones remotas (Rahmawati et al., 2022), la evaluación de expertos (Wahyuningrum et al., 2020) y las evaluaciones con herramientas automatizadas (Al-Sakran & Alsudairi, 2021).

La literatura evidencia estudios de evaluación de usabilidad y accesibilidad en sitios web o aplicaciones móviles con herramientas automatizadas, Kwangawad et al. (2019) evaluaron el rendimiento de un sitio web utilizando herramientas de evaluación automatizadas; se evaluó el sitio web de una planta de cosméticos utilizando herramientas de evaluación automatizadas como SEOptimizer (SEOptimizer, 2023) y los resultados mostraron que con la herramienta SEOptimizer, los reactivos con el más alto nivel de usabilidad y compatibilidad con los dispositivos móviles obtuvieron un porcentaje de 100% en usabilidad y 71% en seguridad, indicando un sitio con un desempeño excelente.

Al-Sakran and Alsudairi (2021) evaluaron la usabilidad y accesibilidad móvil del gobierno electrónico de Arabia Saudita con herramientas automatizadas como GTmetrix (GTmetrix, 2023), y se revelaron problemas de usabilidad y accesibilidad que afectaron el rendimiento de los sitios web del gobierno, por lo que se sugirieron recomendaciones que aseguraran que los usuarios estuvieran satisfechos con las funciones y servicios del sitio.

En el estudio realizado por Hanif (2018), se realizó una evaluación con la herramienta MobiReady (2023) de su sitio, la cual se encontraba en fase de prueba con el fin de asegurar mejores prácticas viables en desarrollo web móvil, obteniendo resultados satisfactorios de algunas páginas con buenas calificaciones y calificaciones perfectas, lo que significa que su sitio desarrollado está en una buena categoría de acuerdo con los estándares aplicados.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la usabilidad del mapa curricular en web para sus versiones de escritorio en producción y móvil en fase de pruebas, del programa de estudio de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica de Victoria, mediante herramientas automatizadas a razón de identificar problemáticas que pudieran impedir proporcionar una buena experiencia a los visitantes de los sitios web.

DESARROLLO.

Metodología.

La evaluación de la usabilidad Shambour (2021) de la página web del mapa curricular, se realizó empleando la técnica de pruebas automatizadas (Adepoju & Shehu, 2014; Zarish et al., 2019) a las cuales se pueden acceder desde el navegador web de una computadora y dispositivos móviles. Se utilizó GTmetrix (2023) para la evaluación del sitio web de escritorio, MobiReady (2023) para la evaluación del sitio web para dispositivos móviles, y SEOptimer (2023) para la evaluación de ambas versiones.

La herramienta GTmetrix posee pautas de análisis de usabilidad para sitios web (González, 2023) y utiliza Webcore Vitals (Walton, 2020) y Google Lighthouse (Google, 2017) para la evaluación del sitio. Webcore Vitals se centra en la carga, la interactividad y la estabilidad visual para la evaluación de la satisfacción del usuario, incluidas las siguientes métricas:

Larger Content Painting (LCP): representa el tiempo para la implementación del contenido más grande en el sitio, se enfoca en el rendimiento de carga del sitio, y proporciona el tiempo en el que debe ocurrir dentro de los 2,5 segundos desde el momento en que el sitio comienza a cargar para proporcionar al usuario satisfacción.

First Input Delay (FID): se refiere al retraso de la primera entrada, midiendo la interactividad del sitio, que debe tener un FID de menos de 100 milisegundos para proporcionar satisfacción al usuario.

Cumulative Layout Shift (CLS): se centra en el cambio de diseño acumulativo que mide la estabilidad visual, manteniendo un CLS de menos de 0,1 segundos, para proporcionar satisfacción al usuario.

Google Lighthouse (Google, 2017) se enfoca en los siguientes aspectos de evaluación:

Sitios web progresivos: analiza si el sitio está funcionando, comprobando que sus elementos y contenidos se están representando correctamente.

Rendimiento: analiza la velocidad del sitio, comprobando que cada uno de los elementos se ha cargado correctamente.

Usabilidad: verifica que el sitio sea fácil y accesible para los usuarios en general, verificando que cada uno de los elementos importantes se usen correctamente y se describan de manera clara para que puedan ser entendidos.

Mejores prácticas: analiza cada uno de los aspectos de seguridad si se encuentran en el sitio como el uso de tecnologías de codificación, bibliotecas JavaScript y el análisis de bases de datos, si el sitio las contiene.

MobiReady está diseñado para ser un reflejo de las mejores pautas de la industria en la medición de la usabilidad, según los estándares del World Wide Web Consortium (W3C) (Henry 2023) para satisfacer las diversas necesidades de la audiencia, brindando tres niveles de orientación, incluidas las pautas generales que se muestran en la Tabla 1; las pautas YSlow (Durán, 2023) de Yahoo que analizan el alto rendimiento del sitio y PageSpeed (Marrone, 2023) de Google para probar y mejorar el aumento de la velocidad del sitio en todos los dispositivos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1. Estándares W3C.

Estándar	Descripción
Alternativas de texto	Proporcionar alternativas de texto para el contenido que no es de texto, les permite a los usuarios que no pueden percibir o comprender el contenido lograr determinar el significado.
Palabras claras	Reducirá confusión y mejorará la comprensión lectora.
Subtítulos	El proporcionar subtítulos y metadatos asociados son de gran ayuda, ya que en caso de que el sitio cuente con videos con información importante y el lenguaje no sea entendible por el usuario, podría reducir la satisfacción y buena experiencia del mismo.
Contenido estructurado	La organización del contenido del sitio en bloques y encabezados hará posible localizar y navegar de una manera fácil y rápida en el sitio.
Contraste visual del texto	Debe de proporcionarse suficiente contraste en el texto de primer plano y el fondo adecuado para que el texto sea visible y fácil de leer.
Prevención de errores	Las instrucciones en las entradas que cuentan con requisitos de entrada de datos es indispensable para que los usuarios sepan cómo proporcionar información válida en caso de ser requerida.

Nota. Elaboración propia, adaptada de la siguiente fuente: (Henry 2023).

Tabla 2. Pautas de YSlow de Yahoo.

Pauta	Descripción
Minimizar solicitudes HTTP	El 80% del tiempo de respuesta del usuario va dedicado al front-end, especialmente a la descarga de los componentes del sitio como imágenes, scripts, CSS, mientras más reducida sea la cantidad de estos componentes se reducirá la cantidad de solicitudes HTTP necesarias para la representación de un sitio.
Utilizar una red de entrega de contenido (CDN)	Colección de servidores web distribuidos en múltiples ubicaciones para la entrega de contenido de manera eficiente a los usuarios. El servidor es seleccionado para entregar contenido a un usuario específico, generalmente se basa en una medida de proximidad a la red. Por ejemplo, se elige el servidor con la mejor cantidad de saltos de red o con tiempo de respuesta más rápido.
Evitar origen de imagen vacía	El atributo src (nombre de ruta de acceso) debe estar presente y contener una URL válida que haga referencia a un recurso de imagen no interactivo, opcionalmente animado y que no esté paginado ni escrito, si la URL base del elemento es el mismo que la dirección del documento, el valor del atributo src no debe ser una cadena vacía.
Componentes Gzip	Comprimir tantos tipos de archivos como sea posible es una manera fácil para reducir el peso del sitio y acelerar la experiencia del usuario.
Colocar hojas de estilo en la parte superior	El mover hojas de estilo en el HEAD hace que las páginas carguen más rápido permitiendo que se representen de manera progresiva.
Hacer que JavaScript (JS) y CSS sean externos	Los archivos JS y CSS integrados en HTML se descargan cada vez que se solicita este documento, reduciendo la cantidad de solicitudes HTTP que se necesitan, pero aumentando el tamaño del documento HTML. Por otro lado, si JS y CSS son archivos externos almacenados en caché, el tamaño de HTML se reduce sin aumentar la cantidad de solicitudes HTTP, por lo que aumenta la rapidez y el rendimiento del sitio.
Reducir búsquedas DNS	Evitar las búsquedas DNS reduce los tiempos de respuesta, pero el reducir las descargas paralelas aumenta los tiempos de respuesta, el dividir los componentes en dos pero no más de cuatro nombres de host da como resultado un buen compromiso entre reducir búsquedas DNS y permitir un alto grado de descargas paralelas.
Minificar JavaScript y CSS	El eliminar caracteres innecesarios del código reduce el tamaño y mejorarán los tiempos de carga, eliminando comentarios, espacios en blanco innecesarios (nuevas líneas, tabulación, espacios), en JS mejorará el rendimiento de respuesta, ya que se reduce el tamaño del archivo de descarga.
Evitar redirecciones	Las redirecciones se realizan con código de estado 301 y 302 ralentizando la experiencia del usuario, ya que la página se podría representar y ningún componente comenzará la descarga hasta que llegue el documento HTML.

Eliminar secuencias de comandos duplicados	El incluir el mismo archivo dos veces en la misma página perjudicará el rendimiento del sitio al crear solicitudes HTTP innecesarias y una ejecución de JS desperdiciada.
Configurar etiquetas electrónicas	Las etiquetas son un mecanismo utilizado en servidores web y navegadores para determinar si el componente en el caché del navegador coincide con el servidor de origen, si no coincide, el usuario no recibirá una respuesta rápida y corta para lo que fueron diseñadas, y recibirán una respuesta normal con datos del componente.
Hacer AJAX almacenable en caché	Para mejorar el rendimiento se deben optimizar las respuestas AJAX haciendo que las respuestas se almacenen en caché, proporcionando retroalimentación instantánea al usuario porque solicita información de forma asíncrona desde el servidor web back-end.
Reducir el número de elementos DOM	Una página compleja significa más bytes para la descarga, significando un acceso DOM más lento en JS. Si recorre 500 o 5000 elementos DOM en una página hace diferencia cuando se desea agregar un controlador de eventos.
Sin 404	Una solicitud HTTP y obtener una respuesta inhábil es innecesario, se realizará la experiencia del usuario sin ningún beneficio.
Usar dominios sin cookies para componentes	El navegador realiza una solicitud de imagen estática y envía cookies junto con la solicitud sin uso alguno, solo se crea tráfico de red sin razón, para eso hay que crear un subdominio y alojar componentes estáticos.
Evitar filtros	Los filtros bloquean el renderizado y congelan el navegador mientras se descarga la imagen, por lo que aumenta el consumo de memoria y se podría multiplicar ya que es aplicada por elemento.
No escalar imágenes en HTML	No se debe de utilizar una imagen más grande de lo requerido.

Nota. Elaboración propia, adaptada de Durán (2023).

Finalmente, SEOptimizer (Krzywda & Rabinek, 2022) es capaz de realizar mediciones de usabilidad en dispositivos móviles y de escritorio, contiene pautas de medición similares a las utilizadas en GTmetrix (GTmetrix, 2023) y MobiReady, ya que esta herramienta evalúa en base a Webcore Vitals y hace uso de PageSpeed de Google (Marrone, 2023).

Google PageSpeed analiza elementos como la optimización de imágenes y los tiempos de descarga del servidor, el contenido visible, los tiempos de carga, la minimización de archivos HTML, CSS y JS, la especificación de la memoria caché del navegador, la comprensibilidad, el tamaño adecuado de los

botones táctiles y los enlaces, el tamaño de la fuente y la verificación de si el sitio es capaz de adaptarse a cada tamaño de pantalla.

Resultados.

La evaluación de la usabilidad del mapa curricular en la web para sus versiones de escritorio en producción y móvil en fase de prueba, de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica de Victoria, se realizó a través de herramientas automatizadas con el fin de identificar problemas que podrían impedir brindar una buena experiencia a los visitantes de los sitios web del mapa curricular.

Resultados del mapa curricular web en su versión de escritorio.

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la evaluación del rendimiento, interactividad y estabilidad visual con GTmetrix basado en Google Lighthouse de la versión de escritorio del mapa curricular web.

En cuanto al desempeño en la evaluación de carga realizada, se observó que el valor obtenido en ms para la primera pintura del contenido es de 242 ms, 417 ms en índice de velocidad y 433 ms en pintura con mayor contenido, ver Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de evaluación del rendimiento de carga.

Rendimiento de carga	Valor obtenido	Buena experiencia	¿Se cumple?
Primera pintura del contenido	242 ms	De 934 milisegundos o menos	Sí
Índice de velocidad	417 ms	De 1311 milisegundos o menos	Sí
Pintura con contenido más grande	433 ms	De 1200 milisegundos o menos	Sí

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación de interactividad, los valores obtenidos para tiempo interactivo y tiempo total de bloque fueron 849 ms y 0 ms respectivamente, ver Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de evaluación de la interactividad.

Interactividad	Valor obtenido	Buena experiencia	¿Se cumple?
Tiempo para interactivo	849 ms	De 2468 milisegundos o menos	Sí
Total de bloque	0 ms	De 450 milisegundos o menos	Sí

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación de la estabilidad visual, el valor obtenido para el cambio de diseño acumulado fue de 0.01 ms, ver Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de evaluación de la estabilidad visual.

Estabilidad visual	Valor obtenido	Buena experiencia	¿Se cumple?
Cambio de diseño acumulativo	0.01 ms	De 0,1 milisegundos o menos	Sí

Nota. Fuente: Elaboración propia.

La evaluación del sitio arrojó un puntaje de tiempo de carga considerado como bueno, que va de 90 a 100. De igual forma, se encontraron alertas con impactos que van desde nivel Bajo a Medio-bajo; en el que se notó el uso excesivo del DOM, el servicio de archivos estáticos con política de cacheo y el uso de código JavaScript en desuso, ver Tabla 6.

Tabla 6. Advertencias encontradas en la evaluación del sitio.

Impacto	Advertencia
Medio-bajo	Evite un DOM excesivo
Bajo	Use una etiqueta <meta name =”viewport” con ancho o escala inicial
Bajo	Utilice una red de entrega de contenido
Bajo	Servir activos estáticos con una política de caché
Bajo	Reducir JavaScript no utilizado
Bajo	Evite enormes cargas útiles de red
Bajo	Reducir el tiempo de ejecución de JavaScript
Bajo	Evitar encadenar solicitudes críticas

Nota. Fuente: Elaboración propia.

En general, se obtuvo una puntuación global del 100% en la evaluación de GTmetrix de la versión de escritorio del mapa curricular web.

La nota más alta (A+) se obtuvo en SEO y desempeño, luego de evaluar el mismo sitio con la herramienta SEOptimizer. Mientras que en el aspecto de usabilidad con la herramienta PageSpeed se validó que el sitio tenga un texto legible, con enlaces y botones adecuados para una fácil interacción en el sitio, se encontró la advertencia de no usar ventanas gráficas móviles y la calificación más baja obtenida fue (F).

Resultados del mapa curricular web en su versión móvil.

Los resultados obtenidos al evaluar la versión móvil del mapa curricular web, utilizando la herramienta MobiReady, revelaron problemas que impiden que el sitio alcance todo su potencial; entre ellos, el recuento de DOM era demasiado grande con 1.429 elementos, y había espacios en blanco en el HTML y archivos CSS con un 36,72% de contenido innecesario y tablas anidadas; los errores clasificados como fallas mayores se listan en la Tabla 7 y las fallas menores en la Tabla 8.

Tabla 7. Fallas mayores encontradas en la evaluación del sitio en su versión móvil.

Falla	Descripción
DOM demasiado grande. El recuento de elementos DOM es muy alto: 1,429	La cantidad de elementos en el DOM debe ser inferior a 700 para así evitar la complejidad que afectará a la representación y la experiencia del usuario.
Soporte ETag. No se encontró ningún encabezado ETag.	Todos los activos de la página deben usar encabezados ETag apropiados para habilitar el almacenamiento de caché del lado del cliente y acelerar cargas futuras de la página.
Medidas CSS. Medidas absolutas CSS encontradas en "style.css".	Se deben evitar dimensiones y posiciones absolutas en las directivas CSS, ya que no se representarán de manera correcta en todo dispositivo.
Control y almacenamiento en caché. No se encontró ningún encabezado de control de caché.	Los componentes de página dinámicos y estáticos deben usar controles de almacenamiento adecuados para acelerar la carga del sitio.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Fallas menores encontradas en la evaluación del sitio en su versión móvil.

Falla	Descripción
FAVICON. La solicitud de favicon devolvió un error 404.	El favicon se descargará automáticamente, por lo que debe tener un tamaño inferior a 2kb y debe tener un encabezado de caducidad de futuro lejano.
Tabla anidada. Se ha encontrado una tabla anidada.	Las tablas anidadas no deben utilizarse, ya que no se mostrarán bien en todos los tipos de dispositivos.
Tablas. Etiquetas de tablas detectadas.	Se recomienda no usar tablas en HTML ya que es poco probable que se muestren de manera exitosa en todos los dispositivos.
HTML minimizar. HTML contiene demasiados espacios en blanco en su 36.72%	El marcado HTML debe minimizarse para reducir el archivo y acelerar el tiempo de tránsito entre el servidor y el navegador.
CSS minimizar. CSS contiene demasiados espacios en blanco.	El CSS debe minimizarse para reducir el tiempo de tránsito y acelerar la carga de la página tanto como sea posible.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

MobiReady también proporcionó una visualización del sitio en tres dispositivos móviles de nivel alto, medio y bajo, ver figura 1.



Figura 1. Visualización del sitio en tres dispositivos móviles virtuales en MobiReady

Fuente: Elaboración propia con base en MobiReady (2023).

Como resultado general, se obtuvo una puntuación de 3.4, siendo 5 la máxima, a pesar de que se detectaron algunas fallas con diferentes niveles de severidad, entre las que se encuentran: un peso de descarga aceptablemente bajo de 12kb, con probabilidad de mejorar la experiencia y satisfacción del usuario. Mientras que en la prueba de usabilidad realizada con la herramienta SEOptimer mostró una correcta visualización del sitio en el celular y tablet, ver figura 2.



Figura 2. Visualización del sitio en su versión móvil en dos dispositivos virtuales con SEOptimer

Fuente: Preparado por los autores con base en SEOptimer (2023).

En la evaluación del desempeño del sitio con SEOptimer se obtuvieron algunos tiempos fuera de lo esperado, cuyo valor obtenido para la primera pintura del contenido fue de 1100 ms, 2200 ms en el índice de velocidad, 1100 ms en la pintura con mayor contenido, 1200 para el tiempo interactivo total, 30 ms de bloque total y 39 ms en el cambio de diseño acumulado, ver tabla 9.

Tabla 9. Datos de laboratorio y valores obtenidos en la evaluación del sitio.

Datos de laboratorio	Valor obtenido	Buena experiencia	¿Se cumple?
Primera pintura del contenido	1100 ms	De 934 milisegundos o menos	No
Índice de velocidad	2200 ms	De 1311 milisegundos o menos	No
Pintura con contenido más grande	1100 ms	De 1200 milisegundos o menos	Sí
Tiempo para interactivo	1200 ms	De 2486 milisegundos o menos	Sí
Tiempo total de bloqueo	30 ms	De 150 milisegundos o menos	Sí
Cambio de diseño acumulativo	39 ms	De 0,1 segundo o menos	Sí

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Además, se encontraron dos advertencias con ahorros de 0,17s al eliminar recursos que bloquean el renderizado y 0,15s al reducir el código JavaScript no utilizado, consulte la Tabla 10.

Tabla 10. Advertencias encontradas en la evaluación del sitio en su versión móvil con SEOptimizer.

Advertencias	Ahorros estimados
Elimine los recursos que bloquean el renderizado	0,17s
Reducir JavaScript no utilizado	0,15s

Nota. Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES.

Los principales resultados de esta investigación en cuanto a la evaluación de la usabilidad del mapa curricular basado en la web para sus versiones de escritorio en producción y móvil en fase de prueba, de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica de Victoria a través de herramientas automatizadas, determinaron que ambos sitios funcionan razonablemente bien y brindan una buena experiencia de usuario; sin embargo, los sitios presentan oportunidades de mejora en la reducción de elementos en el DOM, comentarios y espacios en blanco, que si no se corrigen

podrían consumir mucha memoria causando una navegación lenta y provocando una disminución en la satisfacción del usuario (Adepoju & Shehu, 2014; Al-Sakran & Alsudairi, 2021).

En la evaluación del sitio web del mapa curricular para la versión de escritorio, se obtuvo una puntuación global del 100% con posibilidades de ser usable para el usuario y brindar una buena experiencia de uso; lo anterior concuerda en primera parte con Al-Sakran and Alsudairi (2021) en cuanto a la elección de GTmetrix como una de las herramientas de evaluación del sitio web en su versión de escritorio, quienes afirman que GTmetrix es una herramienta completa al brindar informes de análisis de rendimiento, velocidad de carga, sugerencias de mejora y una puntuación de rendimiento; sin embargo, nuestros resultados obtenidos están por encima de lo que obtuvieron al evaluar varios sitios web y no lograron obtener puntajes buenos y excelentes para los sitios considerados, solo un 3.13% con puntaje promedio, 6.27% por debajo del promedio y 13.49% considerados como malos resultados; la mitad de sus sitios web evaluados recibieron una mala puntuación cuando el número de solicitudes superó las 120, por lo que un sitio web lento afecta negativamente a la buena experiencia del usuario.

En la evaluación del prototipo de sitio web para dispositivos móviles, se concuerda con el estudio realizado por Hanif (2018) en el que se hizo uso de la herramienta MobiReady para implementar los mejores lineamientos de la industria, obteniendo un puntaje final de 3.49% y el peso del sitio era 4.14kb, por lo que lo consideraron bueno, ya que estaba cerca de 4; en nuestro caso, en la evaluación del sitio del mapa curricular se obtuvo una puntuación final de 3.4% y con un peso de 12kb, siendo aceptablemente bajo, dando la probabilidad de que logre una mayor mejora en la usabilidad.

Los resultados obtenidos en la evaluación del mapa curricular tanto en versión de escritorio como móvil con SEOptimizer son consistentes con los obtenidos en el estudio realizado por Kwangsawad et al. (2019), quien también obtuvo una calificación de A+ (100%) tanto en seguridad, SEO y usabilidad para la versión de escritorio, y para dispositivos móviles con una calificación de A+ (100%) en

usabilidad y compatibilidad, y una calificación D (71%) en seguridad y SEO, 1% en este último por encima del obtenido en el mapa curricular en el móvil versión de nuestro estudio.

Los principales aportes del estudio consisten en realizar la evaluación mediante herramientas automatizadas, identificando problemas de usabilidad y advertencias en ambas versiones del mapa curricular, que no afectan su funcionalidad. En este sentido, se obtuvieron buenas puntuaciones generales que logran brindar una experiencia de usuario satisfactoria.

Finalmente, los resultados aquí presentados podrían ser de utilidad no solo para las instituciones universitarias en cuanto a considerarlas en sus implementaciones web para cumplir con lineamientos, métricas, estándares, heurísticas y herramientas en las evaluaciones de usabilidad que buscan asegurar la experiencia del usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Adepoju, S. A., & Shehu, I. S. (2014, 2-5 Sept. 2014). Usability evaluation of academic websites using automated tools. 2014 3rd International Conference on User Science and Engineering (i-USEr),
2. Adesina, A. D., Akerele, O., & Raji-Lawal, H. (2015). Using mobile communication as a tool for national growth and development. *International Journal of Computers & Technology*, 14(12), 6351-6360. <https://doi.org/10.24297/ijct.v14i12.1760>
3. Al-Sakran, H. O., & Alsudairi, M. A. (2021). Usability and Accessibility Assessment of Saudi Arabia Mobile E-Government Websites. *IEEE Access*, 9, 48254-48275. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3068917>
4. do Carmo Nogueira, T., Ferreira, D. J., de Carvalho, S. T., de Oliveira Berretta, L., & Guntijo, M. R. (2018). Comparing sighted and blind users task performance in responsive and non-responsive web design. *Knowledge and Information Systems*, 58(2), 319-339. <https://doi.org/10.1007/s10115-018-1188-8>

5. Duran, M. (2023). *YSlow analyzes web pages and why they're slow based on Yahoo!'s rules for high performance web sites*. YSlow. Retrieved 04/25/2023 from <http://yslow.org/>
6. Fangyu, L., Yefei, L., & Yuexing, L. (2009, 26-29 Nov. 2009). Research on the usability evaluation technology of professional software interface for specific user. 2009 IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design,
7. González, F. (2023). *Nuevas pautas de análisis del rendimiento de un sitio web utilizando GTmetrix*. Batiburrillo. Retrieved 04/25/2023 from <https://www.batiburrillo.net/nuevas-pautas-de-analisis-del-rendimiento-de-un-sitio-web-utilizando-gtmetrix/>
8. Google. (2017). *Google Light House*. Google. Retrieved 04/25/2023 from <https://chrome.google.com/webstore/detail/lighthouse/blipmdconlkinpinefehnmjammfjppmpbjk?hl=es>
9. GTmetrix. (2023). *Retrieved from GTmetrix*. Retrieved 03/02/2023 from <https://gtmetrix.com/>
10. Hanif, A. (2018). Implementasi Penerapan Terbaik dalam Pengembangan Situs Mobile Menggunakan Evaluasi MobiReady. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer*, 3(2), 259-266.
11. Henry, S.-L. (2023). *W3C Accessibility Standards Summary*. World Wide Web Consortium (W3C®). Retrieved 02/23/2023 from <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/es#:~:text=The%20World%20Wide%20Web%20Consortium>
12. Kearney-Volpe, C., & Hurst, A. (2021). Accessible Web Development. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 14(2), 1-32. <https://doi.org/10.1145/3458024>
13. Krzywda, A., & Rabinek, P. (2022). *SEOptimer*. Retrieved from SEOptimer Limited. Retrieved 03/03/2023 from <https://www.seoptimizer.com/es/about/>
14. Kuo, L., Chang, T., & Lai, C.-C. (2021). Application of visual colors in dynamic web page design through affective cognition. *Multimedia Tools and Applications*, 81(3), 4435-4454. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11732-z>

15. Kwangsawad, A., Jattamart, A., & Nusawat, P. (2019, 11-13 Dec. 2019). The Performance Evaluation of a Website using Automated Evaluation Tools. 2019 4th Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference (TIMES-iCON),
16. Marrone, J. (2023). *White Paper: Google PageSpeed Insights para acelerar la carga de tu web*. acens Technologies. Retrieved 02/03/2023 from <https://blog.acens.com/white-papers/white-paper-google-pagespeed-insights-acelerar-carga-web/>
17. MobiReady. (2023). *A free tool for developers, designers and marketers to test website performance on mobile devices*. MobiReady. Retrieved 04/25/2023 from <https://ready.mobi/>
18. Rahmawati, A. F., Wahyuningrum, T., Wardhana, A. C., Septiari, A., & Afuan, L. (2022, 16-18 June 2022). User Experience Evaluation Using Integration of Remote Usability Testing and Usability Evaluation Questionnaire Method. 2022 IEEE International Conference on Cybernetics and Computational Intelligence (CyberneticsCom),
19. SEOptimer. (2023). *SEO audit and reporting tool*. SEOptimer. Retrieved 04/25/2023 from <https://www.seoptimizer.com/es/>
20. Shambour, M. K. Y. (2021, 14-15 July 2021). Assessing the Usability of Hajj and Umrah Websites. 2021 International Conference on Information Technology (ICIT),
21. Singla, B. S., & Aggarwal, H. (2020). Effect of Information Architecture on the Usability of a University Website. *International Journal of Distributed Systems and Technologies*, 11(1), 38-52. <https://doi.org/10.4018/ijdst.2020010104>
22. Universidad-Politécnica-de-Victoria. (2023). *Curriculum Map of Information Technology*. Universidad-Politécnica-de-Victoria. Retrieved 04/24/2023 from <http://www.upvictoria.edu.mx/>
23. Wahyuningrum, T., Kartiko, C., & Wardhana, A. C. (2020, 20-21 Oct. 2020). Exploring e-Commerce Usability by Heuristic Evaluation as a Complement of System Usability Scale. 2020 International Conference on Advancement in Data Science, E-learning and Information Systems (ICADEIS),

24. Walton, P. (2020). *Web Vitals*. WEB.DEV. Retrieved 04/25/2023 from <https://web.dev/i18n/es/vitals/>
25. Wang, C.-L. (2014). Mapping or tracing? Rethinking curriculum mapping in higher education. *Studies in Higher Education*, 40(9), 1550-1559. <https://doi.org/10.1080/03075079.2014.899343>
26. Yang, H. (2021, 28 June-2 July 2021). Application and Development of Mobile Communication Technology. 2021 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC),
27. Zarish, S. S., Habib, S., & Islam, M. (2019, 3-4 April 2019). Analyzing Usability of Educational Websites Using Automated Tools. 2019 International Conference on Computer and Information Sciences (ICCIS).

DATOS DE LOS AUTORES.

1. José Fidencio López Luna. Maestro en Sistemas de Información. Se desempeña como Profesor de Tiempo Completo en el Programa Académico de Ingeniería en Tecnologías de la Información en la Universidad Politécnica de Victoria. Candidato a doctor en el Doctorado en Gestión y Transferencia del Conocimiento en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. Correos electrónicos: jlopezl@upv.edu.mx y f_lopez_luna@hotmail.com

2. Hiram Herrera Rivas. Doctor en Gestión y Transferencia del Conocimiento. Se desempeña como Profesor de Tiempo Completo en el Programa Académico de Ingeniería en Tecnologías de la Información en la Universidad Politécnica de Victoria. México. Correo electrónico: hherrerar@upv.edu.mx

3. Jorge Arturo Hernández Almazán. Doctor en Gestión y Transferencia del Conocimiento. Se desempeña como Profesor de Tiempo Completo en el Programa Académico de Ingeniería en Tecnologías de la Información en la Universidad Politécnica de Victoria. México. Correo electrónico: jhernandez@upv.edu.mx

RECIBIDO: 1 de julio del 2023.

APROBADO: 10 de agosto del 2023.