

Abstract

Las personas mayores y personas con discapacidad se pueden beneficiar de los servicios de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para potenciar su autonomía personal. Sin embargo, la falta de adaptación de los servicios TIC a sus necesidades, capacidades y habilidades ha provocado el efecto contrario, la exclusión de la Sociedad de la Información.

Durante los últimos años se han realizado considerables esfuerzos para mejorar la Accesibilidad de dichos servicios, en especial los sitios web, para garantizar el acceso a todos los usuarios con independencia de sus capacidades. El problema es que garantizar su acceso no asegura que la interacción sea sencilla, intuitiva y satisfactoria. Para ello es necesario mejorar la usabilidad web. Aunque es difícil de definir, la usabilidad conlleva diversos conceptos como efectividad, eficiencia, satisfacción y aprendizaje.

En la actualidad existen diversas guías con pautas y recomendaciones de usabilidad proporcionadas por expertos. Sin embargo, en muchos casos, dichas recomendaciones no han sido validadas mediante usuarios. Además, en los casos que han participado usuarios, casi siempre se limita al uso de metodologías subjetivas y/o cualitativas como cuestionarios o variables básicas como la medida de tiempos y errores, las cuales no son las más adecuadas, especialmente cuando los usuarios son personas mayores o personas con discapacidad.

En esta Tesis se propone el uso de tecnologías innovadoras, como el análisis de la respuesta fisiológica y el seguimiento de la mirada, para extraer información cuantitativa y de detalle en tiempo real durante la interacción de los usuarios con la web. Mediante el uso estas técnicas se han analizado las 3 hipótesis de partida: (1) las recomendaciones de experto necesitan ser validadas por usuarios, (2) dichas recomendaciones dependen del perfil de usuario, y (3) las nuevas variables propuestas permiten detectar mejor el efecto de las recomendaciones que las variables tradicionales.

Para ello, se ha planteado un plan de trabajo en 4 grandes fases, incluida una revisión del estado del arte (fase 1) en la que se han recopilado un amplio conjunto de recomendaciones de usabilidad y de variables para su evaluación.

En la fase 2, se han escogido 7 de las recomendaciones más implantadas en sitios web donde la accesibilidad es de obligado cumplimiento: disponer de la opción “Ir a inicio”; disponer de la opción “Ir arriba”; disponer de “Mapa web”; disponer de la funcionalidad “Señalar y hacer clic”; no utilizar “Imagen de fondo”; disponer de la funcionalidad “Migas” (Información contextual o “breadcrumb”); y utilizar un menú adecuado. Además, se ha analizado la relación de dichas recomendaciones con la tipología de web y el nivel de accesibilidad.

En la fase 3, se han desarrollado 17 estilos CSS (Cascade Style Sheets) sobre un mismo contenido web para disponer de un diseño controlado de la presencia/ausencia de las distintas recomendaciones. A continuación, se ha puesto a punto un protocolo y un conjunto de variables (algoritmos de pre-procesado, normalizaciones, selección de variables, etc.) para evaluar la respuesta fisiológica y el seguimiento de la mirada, que ha sido refinado mediante la realización de un estudio piloto con 8 usuarios. Además, se ha realizado un diseño de experimentos para tener controlado y equilibrado el ensayo en el que han participado 10 usuarios control y 10 usuarios con limitación motora, pero que podían manejar un ratón convencional, para poder evaluar el efecto del perfil de

usuario. Cada usuario ha asistido a 3 sesiones y ha realizado en cada una de ellas 3 repeticiones de un conjunto de 9 tareas.

En la fase 4, se han analizado los datos obtenidos provenientes de cuestionarios, medida de tiempos, finalización de la tarea, respuesta fisiológica (conductividad de la piel: GSR y variabilidad del ritmo cardíaco: HRV; y electromiografía sobre el corrugador y el zigomático: EMGc y EMGz) y seguimiento de la mirada (número de fijaciones, número de fijaciones por segundo, amplitud de los sacádicos y ratio de duración entre los sacádicos y las fijaciones). Para ello se ha realizado un modelo común con los siguientes factores: las 7 recomendaciones de usabilidad, la sesión, la repetición, la presencia de limitación motora (perfil de usuario) y la interacción de ésta con el resto de factores; para poder evaluar las 3 hipótesis de partida. Además, se ha realizado un análisis de correlaciones entre las variables de los distintos niveles (nivel 1: 2 variables subjetivas generales; nivel 2: 5 componentes principales del cuestionario; nivel 3: finalización de la tarea y tiempo empleado; y nivel 4: variables fisiológicas y del seguimiento de la mirada) para definir un modelo de usabilidad.

A partir de este trabajo de investigación se han extraído ocho conclusiones principales:

En primer lugar, se ha comprobado que las recomendaciones elegidas no dependían del sitio web y su presencia o ausencia no está correlacionada con el nivel de accesibilidad de los 124 sitios web analizados. Por lo tanto, el cumplimiento de los requisitos de accesibilidad no asegura que una web sea fácil de utilizar.

En segundo lugar, se ha comprobado que si bien la mayoría de las recomendaciones seleccionadas mejoran la usabilidad del conjunto de los usuarios, en algunas recomendaciones como “Ir arriba” o “Señalar y hacer clic” su efecto no estaba del todo claro o incluso tenían un efecto negativo. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de validar las recomendaciones de experto mediante la participación de usuarios, lo que ha permitido validar la hipótesis 1.

En tercer lugar, se ha comprobado que la adecuación de dichas recomendaciones varían notablemente en función del perfil de usuario. Si bien la mayoría de recomendaciones, a excepción de las mencionadas anteriormente, mejoran la usabilidad para los usuarios con limitación motora; muchas de las recomendaciones no tienen ningún efecto o incluso un efecto negativo en los usuarios control. Este resultado apoya la necesidad de adecuar las distintas recomendaciones en función del perfil de usuario, lo que ha permitido validar la hipótesis 2.

En cuarto lugar, los resultados obtenidos muestran que las metodologías propuestas, basadas en la respuesta fisiológica y el seguimiento de la mirada, permiten detectar el efecto de todas las recomendaciones web y su interacción con el perfil de usuario con el nivel de significación más alto ($p < 0,001$). Por lo tanto, son mucho más sensibles que los cuestionarios o la finalización de la tarea, y sensiblemente mejores a los resultados obtenidos mediante el análisis del tiempo empleado para finalizar la tarea, lo que ha permitido validar la hipótesis 3. Además, se ha observado diferencias notables entre el perfil de usuario, ya que mientras que los usuarios con limitación motora ven alterada su respuesta fisiológica y su trayectoria visual en función de la presencia de las distintas recomendaciones, las principales variaciones en los usuarios control se deben al tiempo empleado en finalizar la tarea. El Diseño Universal es una buena aproximación para facilitar la interacción al mayor número de personas posible, pero es necesario personalizar, cuando sea posible, las características del diseño a las necesidades específicas de cada grupo de población.

En quinto lugar, se ha caracterizado los procesos de adaptación y aprendizaje a lo largo de las repeticiones y sesiones. Las variables que han permitido caracterizar ambos procesos han sido la finalización de la tarea (para usuarios con limitación motora) y el tiempo empleado, el número de fijaciones y el HRV. Sin embargo, se han encontrado problemas para la caracterización de ambos procesos con las nuevas variables propuestas. Estos problemas se han debido a limitaciones en la normalización de las señales fisiológicas y al efecto de la curva de Yerkes del nivel de intensidad óptimo; y a la poca variación de las variables seleccionadas del seguimiento de la mirada con la evolución a lo largo de las sesiones y repeticiones.

En sexto lugar, a partir de variables de los distintos niveles, se ha planteado un modelo de valoración de usabilidad y valoración general de la web que varía en función del perfil de usuario. En la valoración de la usabilidad, ambos perfiles le dan importancia a la componente estética que se ve reflejada en el HRV. Sin embargo, el número de fijaciones y el tiempo empleado son las variables más correlacionadas con el resto de componentes principales (fácil de encontrar, simplicidad y orden, y necesidad de aprender) para los sujetos control; mientras que las variables fisiológicas de conductividad de la piel y EMG facial, y las longitud de los sacádicos son las más correlacionadas con el resto de componentes para los usuarios con limitación motora.

En séptimo lugar, se han encontrado diversos problemas o limitaciones asociados a la interacción entre aspectos estéticos y de usabilidad, normalización del estado basal de las señales fisiológicas o la baja frecuencia de muestreo para analizar en mayor detalle la trayectoria visual.

Por último, y a modo de conclusión, es necesario validar las actuales recomendaciones de usabilidad mediante la participación de usuarios y tener en cuenta las características y/o habilidades específicas de cada grupo poblacional. Además, el uso de variables innovadoras, extraídas a partir del análisis de la respuesta fisiológica y la mirada, permite complementar y mejorar la información aportada mediante cuestionarios, la tasa de finalización de la tarea o el tiempo para ello.