

Área: Ciencias de la computación
Disciplina: Informática, Sistemas informáticos
Tipo de artículo: Revisión breve o narrativa

Usabilidad de sistemas informáticos y de software para usuarios con discapacidad

Autores

Jefferson Álvarez Silva ^{a,b} , Zoila Lasteña Shiguango Shiguango ^{a,c} , Jenny Dolores Bárcenas Granja ^{a,d} , Segundo Alexander Quezada Sares ^a 

Afiliación institucional

- a. Centro Latinoamericano de Estudios Epidemiológicos y Salud Social, Ecuador.
- b. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador.
- c. Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador.
- d. Universidad Central del Ecuador, Ecuador.

Identificación de la responsabilidad y contribución de los autores

Los autores declaran haber contribuido de forma similar en la idea original, diseño del estudio,

recolección de dato, análisis de datos, redacción del borrador y redacción del artículo.

Correspondencia

Jefferson Álvarez Silva, cleessmedic@gmail.com.

Fecha de envío: 03/10/2021

Fecha de aprobación: 13/12/2021

Fecha de publicación: 05/03/2022

Fuente de financiamiento

Los autores no recibieron fondos específicos para este trabajo.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés con la publicación de este artículo.

Resumen

La usabilidad estudia la forma de diseñar sitios web para que los usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva. En este contexto las guías de accesibilidad desempeñan un rol significativo para conseguir una web accesible y exponen la forma adecuada de emplear tecnologías con la finalidad de crear sitios web, navegadores y herramientas asequibles. Por ello, los proyectos de software libre se consideran elementos de integración en la sociedad para las personas con discapacidad física y/o psíquica. En esta revisión se consideró nociones esenciales sobre la tecnología adaptativa asistida y sus usos. Se incluye una descripción general de las ayudas tecnológicas disponibles para que las personas con necesidades educativas especiales interactúen en una perspectiva más inclusiva. De hecho, el avance tecnológico debe suponer un elemento de integración en la sociedad para las personas con discapacidad física y/o psíquica, y no una barrera.

Palabras clave: Tecnología de la información; Sistemas y niveles de enseñanza; Educación especial.

Abstract

Usability studies the way of designing websites so that users can interact with them in the easiest, most comfortable and intuitive way. In this context, accessibility guides play a significant role in achieving an accessible web and expose the appropriate way to use technologies in order to create affordable websites, browsers and tools. For this reason, free software projects are considered elements of integration into society for people with physical and/or mental disabilities. In this review, essential notions about assisted adaptive technology and its uses were considered. An overview of the technological aids available for people with special educational needs to interact in a more inclusive perspective is included. In fact, technological progress must be an element of integration into society for people with physical and/or mental disabilities, and not a barrier.

Keywords: Information technology; Teaching systems and levels; Special education;

Introducción

El internet se ha establecido como instrumento de difusión del conocimiento debido a: los menores costos respecto de otros medios, la independencia de editoriales moderadores y a su gran audiencia potencial. En efecto, el mercado se encuentra abarrotado con marcas y sistemas computacionales de menor complejidad y de mayor uso por parte del usuario. La usabilidad se considera un atributo cualitativo definido como la facilidad de uso de una página Web, aplicación informática o sistema que interactúe con un usuario (Sánchez, W. , 2015). En consecuencia, la usabilidad de sistemas informáticos y de software se representa en una aplicación informática elaborada con el objetivo particular de facilitar su uso.

Asimismo, por medio de métodos sistemáticos se puede optimizar atributos como la facilidad de uso de una aplicación informática durante el proceso de diseño. Dentro de los factores que determinan la usabilidad resaltan: la facilidad de aprendizaje, accesibilidad, velocidad de utilización, legibilidad, navegabilidad, eficiencia del usuario, tasas de error, entre otros (Brasil/proyecto de lei, 2020) (Campos , 2020).

Cabe recalcar, que la usabilidad implementa un diseño que analiza la psicología y fisiología del usuario para mejorar la eficiencia y facilidad de uso de una aplicación informática. El propósito de la usabilidad radica en reducir el tiempo dedicado a realizar una actividad en particular para que resulte más factible el aprendizaje. De hecho, el aprendizaje mejora al aprender por medio de la observación (Sánchez Caballero, Matías, 2010).

En general, las herramientas tecnológicas se dirigen a usuarios sin limitaciones. Por ello, su utilización en el día a día engloba ciertas dificultades para las personas con discapacidad, ya que en su diseño no se consideran sus necesidades especiales. La discapacidad es un fenómeno complejo, ya sea por una limitación del funcionamiento o restricción total en las actividades diarias. Puede originarse debido a una enfermedad, trauma o accidente, en el que la persona necesita de cuidados transitorios o permanentes, dependiendo del tipo y grado de discapacidad (Organización Mundial de la Salud, 2001).

Cabe destacar los beneficios de investigar y desarrollar productos con métodos orientados al usuario en lugar de métodos orientados a la tecnología. Al comprender la interacción entre el usuario y el producto el especialista en usabilidad identificará la funcionalidad demandada por medio del método llamado "Investigación Contextual", considerando el entorno y otras características según el tipo de usuario (Hogetop L, et al.). Por ello, resulta importante resaltar las herramientas tecnológicas orientadas a personas con discapacidad.

Desarrollo**Acceso a sistemas informáticos y de software**

Actualmente los sistemas informáticos y de software se encuentran cada vez más presentes en distintos escenarios y su uso se ha extendido a distintos sectores de la población, incluidas las personas con discapacidad. (Kaufman, et al. , 2003). La discapacidad se define como una deficiencia temporal o permanente, que restringe la capacidad de una persona para realizar las actividades que se consideran normales para

un ser humano. Esta deficiencia puede considerarse intelectual, física o sensorial (Hernández, M. , 2015).

La utilización de herramientas tecnológicas engloba dificultades para las personas con discapacidad. Se ha planteado la necesidad de un "diseño para todos" que considere las características de los usuarios con discapacidad desde las primeras fases del diseño. Pero se evidenciarán casos especiales en los que el diseño universal no garantice la accesibilidad, siendo necesario el diseño de dispositivos especialmente adaptados para el tipo de discapacidad (Kaufman, et al. , 2003). En efecto, se requiere un diseño distinto de cada herramienta tecnológica según el tipo de discapacidad.

Los sistemas operativos (menú de accesibilidad que presenta Windows 98 y sucesivos) son generalmente un proyecto de empresas grandes. Situación que puede facilitar la incorporación de ayudas que permitan a las personas con discapacidad mejorar su acceso. El objetivo se basa proporcionar soporte para los programas especiales que se requieran, tales como lectores de pantallas, mostradores de sonido, teclados virtuales, entre otros. Cabe recalcar, que los diferentes "drivers" no deben interferir con los "drivers" del sistema operativo.

Es necesario utilizar mensajes del sistema operativo sencillos y con instrucciones precisas de los pasos a seguir. Sobre todo, en sistemas dirigidos a usuarios con trastornos del lenguaje, retardo mental, dislexia, entre otros. Además, se considera mensajes sonoros para personas con ceguera (Lobo, J. F. S, 2002).

Los sistemas deben incluir una interfase que pueda ser leída por un lector de pantalla, para facilitar a los invidentes el acceso a la información. Los lectores de pantallas recorren la pantalla horizontalmente, en consecuencia, al presentarse información en columnas o tablas en las que una celda tiene más de una fila se ocasionan problemas de lectura. (Lobo, J. F. S, 2002).

La usabilidad universal considera un sistema que pretende utilizarse por un tipo específico de usuario para determinada tarea y el contexto en el que se da la interacción. La evaluación de la usabilidad es la medida de la facilidad de uso de un producto de software. Mientras que la ingeniería de la usabilidad es el proceso de investigación y diseño que asegura que un producto posea una buena usabilidad. (Web Accessibility Initiative, 2021).

La usabilidad se integra en la categoría de requerimiento no funcional, ya que no

consigue medirse directamente, sino que se cuantifica por medio de medidas indirectas como el número de dificultades reportadas en relación con el uso de un sistema. Se considera entre las particularidades de la usabilidad la facilidad de aprendizaje, característica que corresponde a aprender la funcionalidad y comportamiento del sistema. En términos generales define en cuánto tiempo un usuario, que de ningún modo ha visualizado una interfaz, puede aprender a usarla de forma correcta y realizar operaciones básicas. La usabilidad depende no sólo del producto sino también del usuario. Por ello un producto no se considera en ningún caso intrínsecamente usable, sólo tendrá la capacidad de ser usado en un contexto particular y por usuarios particulares. Cabe destacar, que la usabilidad no puede valorarse estudiando un producto de manera aislada (Sánchez, W. , 2015).

La eficiencia de uso implica la capacidad de alcanzar el nivel de productividad requerida, una vez que el usuario ha aprendido a usar el sistema. Por ello, establece la rapidez con que se consiguen desarrollar las tareas. La retención sobre el tiempo corresponde a un usuario que ha utilizado un sistema y presenta la necesidad de utilizarlo reiteradamente. Por otra parte, la tasa de error se refiere a la capacidad del sistema para ofrecer una tasa reducida de errores durante el uso del sistema, y en caso de que efectúen errores ayudarles a recuperarse expeditamente. En efecto, un sitio Web usable es aquél en el que los usuarios pueden interactuar de la forma más fácil, cómoda, segura e inteligente posible. Un error periódico de los creadores y diseñadores de sitios Web, es pretender imponer sus decisiones y criterios sin pensar en el usuario. Por ello, en el momento de diseñar el sitio e introducir contenidos, es transcendental pensar en el usuario (Sánchez, W. , 2015).

La accesibilidad resalta el acceso de todos a la Web, independientemente del tipo de hardware, software, infraestructura de red, idioma, cultura, localización geográfica y capacidades de los usuarios. Además, explica las superposiciones entre accesibilidad, usabilidad y diseño inclusivo. En consecuencia, alienta una mayor conexión entre la investigación y la práctica en estas disciplinas; y destaca la importancia de mantener el foco de accesibilidad en las personas con discapacidad. (Web Accessibility Initiative, 2021).

El costo de las adaptaciones tecnológicas puede resultar excesivo para gran parte de los usuarios. En particular, las adaptaciones requeridas proporcionan soporte al hardware

y/o software e interfaces hombre-máquina, alternativas indispensables en los casos en que el usuario presenta algún tipo de discapacidad. En el caso de adaptaciones tecnológicas del software, la existencia de un producto software libre supone una solución al precio inaccesible de algunas alternativas de software privativo. De hecho, existe legislación vigente que promueve y demanda la accesibilidad en los diversos ámbitos de la Sociedad de la Información (Abella, A.; Segovia, M.A. (n.d.)) (Mas i Hernández, J., 2003).

Las diferencias tecnológicas entre comunidades que poseen acceso y aquellas que no tienen acceso a las Tecnologías de la Información, brecha digital, consideran determinantes socioeconómicos y la capacidad para utilizar las Tecnologías de la Información de forma eficaz. Se fundamenta la brecha digital en los distintos niveles de alfabetización

y discapacidades. El término inverso al de brecha digital que se utiliza con reiteración es inclusión digital (Kaufman, et al. , 2003).

Guías de accesibilidad.

Las guías de accesibilidad desempeñan un rol significativo de cara a conseguir una Web accesible. Exponen la forma emplear tecnologías Web para crear sitios Web accesibles, browsers o herramientas autorizadas. La Web Accessibility Initiative (WAI) considera tres guías diferentes para solucionar estas necesidades: Web Content Accessibility Guidelines, Authoring Tool Accessibility Guidelines Y User Agent Accessibility Guidelines. (Web Accessibility Initiative, 2021). **Tabla 1.**

Tabla 1. Guías de accesibilidad.

Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)

Engloba principios de diseño para innovar sitios Web de forma que se consideren accesibles. Se trabaja en escenarios que pueden ocasionar dificultades para usuarios discapacitados. La finalidad radica en efectuar imágenes accesibles, ya que ciertos usuarios no poseen la capacidad de observar las imágenes. En determinados casos se emplean browsers basados en texto que no sobrellevan imágenes. La versión 1.0 de estas guías se reconoce como una recomendación de W3C, y existe además una versión 2.0.

Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG)

Se distinguen en su versión 1.0 como recomendaciones W3C con el objetivo de guiar y asistir a los constructores y desarrolladores en el diseño de herramientas acreditadas que producen contenidos Web accesibles. Gran parte del contenido de la Web se crea empleando herramientas autorizadas, éstas juegan un rol significativo para asegurar la accesibilidad de la Web. Además, resulta fundamental que el contenido y la herramienta sean accesibles.

User Agent Accessibility Guidelines (UAAG)

Actualmente W3C ha publicado UAAG en su versión 1.0 como recomendación candidata. UAAG 1.0 expone cómo la navegación con teclado, las opciones de configuración, la documentación, la comunicación con software especializado (sintetizadores de voz) y otras características de las interfaces de usuario, favorecen a la población con discapacidades visuales, auditivas, físicas, cognitivas y neurológicas.

Fuente: Web Accessibility Initiative. (2021). **Accessibility Fundamentals Overview; Sánchez, W. (2015).** La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características.

Proyectos de software libre

Los proyectos de software libre creados u orientados a facilitar la experiencia de uso de personas con discapacidad denotan un elemento de integración en la sociedad para las personas con discapacidad física y/o psíquica, y no una barrera. (Sánchez Caballero, Matías, 2010). Con la responsabilidad de no excluir a ningún

individuo, el software libre debería promover el acceso a las Tecnologías de la Información y a la alfabetización tecnológica. Los proyectos han sido clasificados en función del tipo de discapacidad. (The Wil Family, 2007). Por ello se han descrito proyectos de software libre orientados a facilitar la experiencia de uso de personas con discapacidad (Montoya R., 2002). **Tabla 2.**

Tabla 2. Proyectos de software libre orientados a facilitar la experiencia de uso de personas con discapacidad

Discapacidad motriz

Dasher	Software que se desempeña como "interfaz" de texto, permite escribir a través de un avanzado sistema predictivo fundamentado en el movimiento del puntero del ratón con la finalidad de sustituir la escritura del teclado por el movimiento de ratón. Maneja la inteligencia artificial con base en el uso mixto de una estadística sobre la repetición de grupos de letras en un idioma y un diccionario.
Open Mind Speech	Aplicación de reconocimiento de voz que proyecta ser compatible con KDE, Gnome y todas las aplicaciones existentes para Linux.
Gok	Teclado alfanumérico virtual.
XVoice	Suministra control general de las aplicaciones X por medio de tu propia voz utilizando IBM's ViaVoice for Linux. Reconoce la voz y permite realizar dictados y controlar comandos de usuarios a través de ciertas aplicaciones del servidor gráfico mediante la voz.

Discapacidad Visual

Proyecto Orca	Forma parte de la plataforma "Gnome" de Linux, sistema operativo Linux, concierne herramientas de síntesis de voz con la finalidad de que el ordenador lea en voz alta la información que se observa en la pantalla, con la posibilidad de trabajar con Braille y magnificación de pantalla.
Brltty	Proceso informático no interactivo que se ejecuta en segundo plano y que permite conectar y usar un teclado braille al puerto serie y usarlo en consola de texto para los sistemas operativos Linux y Unix.
Proyecto Lazarus	Distribución de Linux adecuada para individuos de habla hispana con deficiencia visual, que concentra varias herramientas y aplicaciones para facilitar su accesibilidad, además de un motor de voz totalmente en español. Se suma a las herramientas habituales de ofimática, el Xmag, Emacspeak, lupa, teclado en pantalla, Xzoom, Yasr, Dasher, sintetizador de voz y Gnopernicus.
Navegador de Internet Mozilla Firefox	Programa de software libre, que funciona en Windows, Linux y otras plataformas. Incluye significativas características de accesibilidad que facilitan su utilización por parte de personas con discapacidades visuales y formas de acceso al ordenador.
Proyecto linaccess-knopix	Es una distribución de Linux específicamente útil para personas con discapacidades visuales, desarrollada en el marco del proyecto Linaccess.
Gnome-Speech	Sencilla librería de interfaz de programación de aplicaciones que proporciona la programación de software basado en librerías Gnome con funciones para originar voz a partir de texto.
Gnopernicus	Permite a los usuarios con visión limitada, o sin visión, manejar en el escritorio y las aplicaciones GNOME. Suministra un paquete de utilidades con el agregado de una lupa ampliadora de pantalla, lectura de pantalla con voz por medio del sintetizador Festival, y uso de un teclado Braille para mostrar la salida texto.
SVGA Text Mode	Ajusta el tamaño de las líneas de texto en consola en tarjetas SVGA para Linux en modo texto. Cambia el tamaño de la fuente, el cursor, la sincronización de horizontal y vertical. En modo texto se puede utilizar los beneficios de la tarjeta de video y del monitor.
Festival	Sintetizador que reproduce textos en inglés y español. Contiene documentación y herramientas para construir nuevas voces.
Proyecto key Touch	Permite configurar funciones extras del teclado para efectuar determinadas operaciones.
Kmagnifier	Herramienta de utilidad para Linux. Se utiliza como lupa que agranda parte de la pantalla.
Screader	Lector de pantalla que usa un paquete software sintetizador de voz que reproduce el texto y los caracteres que emergen en la consola y, también puede usar el sintetizador hardware de voz.
XZoom	Lupa disponible para cualquier distribución con servidor gráfico, que continuamente actualiza el área magnificada. Es lo suficientemente rápido para mostrar pequeñas animaciones.

Fuente: Web Accessibility Initiative. (2021). Accessibility Fundamentals Overview; Montoya R. Ordenador y discapacidad. 2002.

Según el informe realizado por el Observatorio de la Fundación VODAFONE/CERMI (2011) las TIC se encuentran ligadas a los servicios y productos destinados a las personas con diversidad funcional y resultan herramientas de importancia en el camino hacia la plena autonomía personal e inclusión plena (Observatorio Fundación Vodafone-CERMI, 2011). Las mejoras pueden conseguir un efecto liberador en las vidas de este colectivo en situación de vulnerabilidad al ofrecerles nuevas oportunidades para aumentar su independencia, mejorar su movilidad y acceder a los productos y servicios que necesitan. Escenarios en los que se han descrito otros desarrollos de software libre orientados a facilitar la experiencia de uso de personas con discapacidad (Montoya R., 2002). **Tabla 3.**

Tabla 3. Otros desarrollos de software libre orientados a facilitar la experiencia de uso de personas con discapacidad

Clic	Conocido software educativo utilizado para realizar diversos tipos de actividades educativas multimedia: ejercicios de texto, asociaciones, crucigramas, entre otros. Además, sostiene una particular aceptación en el campo de las necesidades educativas especiales, entre otras cosas debido a las posibilidades de personalización.
Oralux	Fundamentada en la distribución GNU/Linux Knoppix y se le han añadido Emacspeak, Yasr, Speakup y sintetizadores en español, portugués, inglés, francés, alemán, ruso. Suministra una síntesis de voz según el usuario se desplaza con las herramientas de teclado por los distintos menús.
The Hawking Toolbar	Barra de herramientas que se incorpora al navegador Mozilla Firefox. Brinda la posibilidad de ser maniobrado a través de switches o conmutadores.

Fuente: Web Accessibility Initiative. (2021). Accessibility Fundamentals Overview; Montoya R. Ordenador y discapacidad. 2002.

Conclusiones

Entre las características de accesibilidad fundamentales que debe incorporar una aplicación software resalta la personalización que permite a usuarios con discapacidad adaptar la aplicación a sus necesidades, en antagonismo a lo que podría considerarse un diseño centrado en la tecnología, creatividad u originalidad. Si bien el software libre se ha promovido con retraso, la inclusión de ayudas tecnológicas para la accesibilidad se ha incrementado. Resultan útiles las guías para personas con discapacidad que ayudan a solucionar los problemas diarios a los que se enfrentan al utilizar herramientas tecnológicas. En definitiva, se requiere un

correcto levantamiento de información por parte del dueño del sitio web y la persona y/o empresa encargada de diseñar dicha página, con el fin de determinar el mejor camino a seguir para la correcta inserción de los módulos de inclusión para personas con algún tipo de discapacidad. Al no realizarse estas consideraciones, no se reflejará en el producto final una adecuada usabilidad para usuarios con discapacidad.

Referencias

1. Observatorio Fundación Vodafone-CERMI. (2011). El estado actual de la accesibilidad de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).
2. Abella, A.; Segovia, M.A. (n.d.). (s.f.). Libro Blanco del Software Libre en España (II). Obtenido de http://www.libroblanco.com/document/II_libro_blanco_del_software_libre.pdf
3. Brasil/projeto de lei. (2020). Lei 4767/98. 2020. Obtenido de www.mbonline.com.br/cedipod/pl4767.htm
4. Campos. (2020). La Tecnología un camino alternativo para el desarrollo de las personas con discapacidad. Obtenido de www.niee.ufrgs.br/Icieep/cd-Interior.htm#dos
5. Hernández, M. (2015). *El concepto de discapacidad: de la enfermedad al enfoque de derechos*. *Revista CES Derecho*, 6(2), 46-59.
6. Hogetop L, et al. (s.f.). Tecnologías Asistivas/ Adaptativas: viabilizando a acessibilidade ao potencial individual.
7. Kaufman, et al. (2003). Usability in the real world: assessing medical information technologies in patients' homes. *J.Biomed.Inform.* Feb-Apr;36(1-2):45-60.
8. Lobo, J. F. S. (2002). *La accesibilidad a los sistemas computacionales para personas con necesidades especiales*. *Pensamiento Actual*, 3(4), 65-70.
9. Mas i Hernández, J. (2003). Software libre en el sector público. UOC. Obtenido de <http://www.uoc.edu/dt/20327/index.html>
10. Montoya R. (2002). Ordenador y discapacidad.
11. Organización Mundial de la Salud. (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud*.
12. Sánchez Caballero, Matías. (2010). Software libre y accesibilidad. En: No Solo Usabilidad, nº 9, 2010. <nosolousabilidad.com>. ISSN 1886-8592. Obtenido de http://www.nosolousabilidad.com/articulos/software_libre.htm?utm_source=feedburner
13. Sánchez, W. (2015). La usabilidad en Ingeniería de Software: definición y características.
14. The Wil Family. (2007). Software Libre para discapacitados. Obtenido de <http://www.thewilfamily.com/software-libre/software-libre-para-discapacitados>
15. Web Accessibility Initiative. (2021). Accessibility Fundamentals Overview. Obtenido de <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/>

Nota: Conforme la política interna de la editorial lo permite, y por decisión propia de los autores, la revisión gramatical en lengua española de la versión de publicación fue validada por los propios autores, quienes se responsabilizan de la integridad, falta de errores, y versión final del artículo.