

PENSANDO EN LA INCLUSIÓN: DISEÑANDO UN CATÁLOGO DE APLICACIONES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

THINKING ABOUT INCLUSION: DESIGNING AN APP CATALOG FOR PEOPLE WITH VISUAL DISABILITY

Andrés Larco Ampudia, Ph.D.

 <https://orcid.org/0000-0003-2381-9142>

Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

andres.larco@epn.edu.ec

Ing. Richard Muñoz

Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

richosojason@msn.com

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 3 de octubre de 2022

Aceptado: 24 de octubre de 2022

RESUMEN

Con el uso de las TIC en la educación, varias instituciones han desarrollado su interés en utilizar el Internet para mejorar sus servicios. Sin embargo, varios de estos servicios se ofrecen como aplicaciones las cuales, la mayor parte del tiempo, resultan difíciles de encontrar y descargarlas, no se encuentran correctamente indexadas y categorizadas; más aún, en el Ecuador no existen catálogos que ofrezcan estas aplicaciones. El objetivo de este proyecto es desarrollar un catálogo digital de software para personas con discapacidad visual que sea accesible, amigable con el usuario, y permita acercar todas estas aplicaciones a los usuarios. Se realizó una investigación preliminar para identificar tanto aplicaciones web y móviles, así como catálogos que estén relacionados con la discapacidad visual. Se analizaron tanto catálogos web como móvil para determinar las características y necesidades con las que debía cumplir el catálogo digital de software. Posteriormente, se evaluaron las aplicaciones web y móvil utilizando MARS. Durante el desarrollo de cada prototipo se utilizaron los cinco planos de UX. Para lograr obtener una aplicación totalmente funcional, el “Instituto Mariana de Jesús” colaboró durante el desarrollo de la aplicación brindando comentarios y retroalimentación sumamente importante, así como, ayudar a evaluar cada uno de los prototipos. El catálogo digital de software cumple con las necesidades de las personas con discapacidad visual y apoya su desarrollo tanto educativo como de su día a día.



Palabras claves: accesibilidad, catálogos web, discapacidad visual, tecnologías inclusivas

ABSTRACT

With the use of ICT in education, many institutions have developed an interest in using the Internet for improving their services. However, most of the services come as applications which most of the time are difficult to find and get, are not well indexed and categorized; moreover, there are no catalogs offering these apps in Ecuador. The objective of this project is to develop a digital software catalog for the visually impaired that is accessible, user-friendly and brings all these applications closer to users. Preliminary research was made to identify web and mobile applications and catalogs that deal with visual impairment. These web and mobile catalogs were analyzed to determine which features and needs the digital software catalog should comply with. After that, the mobile and web apps were evaluated using the Mobile App Rating Scale. The five planes of User Experience were used during the development of each prototype according to its fidelity level. To achieve a fully functional application, the “Instituto Mariana de Jesús” helped during the development of the application giving rich and valuable feedback, as well as, helping to test every prototype. This way, the digital software catalog complies with the needs of the visually impaired and supports their educational and life development.

Keywords: accessibility, inclusive technologies, visual impairment, web catalogs

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el uso de la tecnología digital e Internet en la educación se ha convertido en una poderosa herramienta, ya que permite un mejor desarrollo de habilidades y destrezas, además de mejorar los diferentes procesos educativos (Larco & Luján-Mora, 2017). Sin embargo, todavía existe un número importante de personas que no tienen acceso a estos recursos por padecer alguna discapacidad visual (Armstrong, 2009).

Las personas con discapacidad visual tienen grandes dificultades para aprender de forma tradicional (Armstrong, 2009). Por ello, existen instituciones especializadas que tratan esta deficiencia apoyada en tecnología digital para mejorar el aprendizaje. Las aplicaciones de software no eliminan las dificultades en los procesos de aprendizaje, pero pueden ayudar a las personas con discapacidad visual a realizar tareas específicas de manera más adecuada (Assistive Technology, 2014). La tecnología de asistencia (específicamente software) fortalece y mejora las capacidades de las personas con discapacidad, promoviendo una mejor calidad de vida para ellos y sus familias.

Según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS), hay un total de 54.397 personas que padecen discapacidad visual (Estadísticas de Discapacidad – CONADIS, 2022).

Las personas con discapacidad fueron incluidas como grupo prioritario y de atención especial en la Constitución de 2008, en el apartado 3 de la Ley Orgánica de Discapacidades, artículo 33, Accesibilidad a la educación, que resume que tanto las instituciones públicas como las privadas, junto con los gobiernos autónomos descentralizados, debe ofrecer infraestructura adecuada, tecnologías de asistencia e intérpretes calificados para satisfacer las necesidades de personas con discapacidad.

Aún existe una brecha importante entre tecnología, educación y accesibilidad; por lo tanto, solo unas pocas instituciones pueden usar aplicaciones dedicadas para personas con discapacidad. Si bien existen instituciones que ofrecen software para personas con discapacidad, suele ocurrir que estas aplicaciones no están bien categorizadas, solo se muestran desordenadas, carecen de detalles y, en ocasiones, los enlaces de descarga no funcionan correctamente o no funcionan en absoluto.

No existe en Ecuador un catálogo de software digital que pueda ayudar a buscar y obtener aplicaciones para personas con discapacidad visual. Cada institución busca software en función de experiencias pasadas de uso según sus necesidades; por lo tanto, la búsqueda se complica y la descarga de la aplicación lleva más tiempo del esperado.

A continuación, se presentan los objetivos planteados del presente trabajo:

Objetivo general: desarrollar un catálogo de software digital para personas con discapacidad visual utilizando prototipos y experiencia de usuario.

Objetivos específicos:

- Investigar y seleccionar aplicaciones web y móviles existentes para personas con discapacidad visual.
- Evaluar la funcionalidad de al menos 26 aplicaciones seleccionadas.
- Recopilar el catálogo de software digital para las necesidades de personas con discapacidad visual.
- Diseñar la arquitectura del catálogo en base a los requisitos recogidos.
- Diseñar tres prototipos del catálogo de software digital.
- Implementar el catálogo de software digital utilizando el prototipado como metodología de desarrollo de software y criterio de experiencia de usuario.

- Evaluar la funcionalidad, usabilidad y accesibilidad del catálogo de software digital.

Estructura del proyecto

A continuación, se presentan las secciones que componen el presente trabajo.

Desarrollo El apartado se describe, la investigación preliminar, la metodología cómo se llevó a cabo el desarrollo del proyecto durante cada una de sus fases, los resultados y discusión.

Conclusiones Las conclusiones evalúan si se lograron los objetivos.

REVISIÓN TEÓRICA

Investigación Preliminar

La búsqueda y evaluación de las aplicaciones web y móviles para personas con discapacidad visual siguió los siguientes pasos:

1. En primer lugar, las aplicaciones web y móviles existentes, así como los catálogos web, se analizaron utilizando las directivas de elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (Liberati, 2009).
2. Después de eso, siguió el análisis de los catálogos web.
3. En segundo lugar, todas estas aplicaciones se seleccionaron en función de características como la comunicación, el conocimiento de la ubicación, entre otras.
4. Finalmente, estas aplicaciones fueron evaluadas utilizando la Mobile App Rating Scale (MARS).

Catálogos web

Se utilizó el buscador de Google para obtener la mayor parte de los catálogos y aplicaciones web. Los términos de búsqueda incluyeron: aplicaciones web para personas ciegas y con discapacidad visual, catálogos web para personas ciegas y con discapacidad visual, aplicaciones móviles para personas ciegas y con discapacidad visual y software educativo para personas ciegas y con discapacidad visual. Como era de esperar, se mostraron muchos resultados, por lo que fue necesaria una preselección.

El resumen de cada catálogo web se puede ver en la Tabla 1. El análisis de cada catálogo web permitió identificar los diferentes tipos de aplicaciones y categorías y, lo que es más importante, cómo se deben implementar las estrategias y funciones mejoradas en este proyecto.

Tabla 1.

Sitios web y catálogos encontrados

#	Nombre	País	Descripción
1	Wonder Baby www.wonderbaby.org/	USA	Contiene información sobre tecnología de asistencia no solo para personas con discapacidad visual, sino también para niños pequeños y jóvenes. Se centra en el aprendizaje, la recreación y los juegos. La categorización se realiza en forma de lista. (3 clics para acceder).
2	Sonokids www.sonokids.org/	USA	Contiene juegos para personas con discapacidad visual. Ofrece aplicaciones de juegos basadas en audio para desarrollar habilidades digitales. Utiliza la App Store como centro central para acceder a los juegos. (3 clics para acceder).
3	Inclusive TLC www.inclusivetlc.com/	USA	Ofrece software y hardware para personas con discapacidad visual. La mayoría de las aplicaciones tienen fines educativos, pero también ofrece juegos. Algunos juegos requieren hardware especial que se puede comprar en el sitio. Clasifica el software según el propósito, como software de aprendizaje temprano, fonética, alfabetización y matemáticas. (2- 3 clics para acceder).
4	American Foundation for the Blind www.afb.org/	USA	Es parte de AFB pero se enfoca en braille y cómo ayudar a las personas totalmente ciegas. Ofrece software tanto para niños como para profesores y padres. Es muy fácil de usar y está bien categorizado. (2-3 clics para acceder).
5	Braille Bug www.braillebug.afb.org/	USA	Es parte de AFB pero se enfoca en braille y cómo ayudar a las personas totalmente ciegas. Ofrece software tanto para niños como para profesores y padres. Es muy fácil de usar y está bien categorizado. (2-3 clics para acceder).
6	Family Connect www.familyconnect.org/	USA	Se enfoca en la discapacidad visual en niños y adolescentes. Funciona como una comunidad para ayudar a padres e hijos a mantenerse conectados. Ofrece software educativo y las aplicaciones se pueden consultar por edades. (3 clics para acceder).
7	Low Incidence Outreach www.mdelio.org/blind-visually-impaired/	USA	Ofrece guías sobre cómo desarrollar las habilidades de los niños con discapacidad visual. Cuenta con el apoyo del Departamento de Educación de Michigan. No ofrece soluciones de software, pero ofrece libros y materiales para ciegos, programas para estudiantes con

			discapacidad visual y talleres. Es muy fácil de usar. (2-3 clics para acceder).
8	Texas School for the Blind and Visually Impaired www.tsbvi.edu/	USA	Ofrece una amplia variedad de recursos para apoyar el desarrollo de los estudiantes con discapacidad visual. Abarca desde libros y textos hasta multimedia. También ofrece becas y aprendizaje en línea. Se enfoca en el uso de juegos para estudiantes con discapacidad visual para desarrollar sus habilidades. Puede ser un poco difícil acceder a algunos recursos. (3-4 clics para acceder).
9	Audio Games www.audiogames.net/	USA	Se enfoca en juegos de audio como su nombre indica. El sitio ofrece diferentes tipos de juegos y los muestra en forma de lista. Carece de categorización y la búsqueda es posible a través de palabras clave. (2-3 clics para acceder).
10	Teaching Students with Visual Impairments www.teachingvisuallyimpaired.com/	USA	Ofrece no solo aplicaciones para personas con discapacidad visual, sino también trabajos, programas de aprendizaje, voluntariado y otros servicios. Las aplicaciones cubren la mayoría de las materias principales de la escuela, como matemáticas, ciencias, literatura y estudios sociales. Las aplicaciones están bien categorizadas y se pueden descargar para usar en dispositivos móviles; sin embargo, la mayoría de las aplicaciones son pagas. (3-4 clics para acceder).
11	Royal Institute for Deaf and Blind Children www.ridbc.org.au/	Australia	Se enfoca en ayudar a los niños ciegos y sordos. Ofrece libros, CD, DVD y aplicaciones. Está bien categorizado y las aplicaciones se pueden descargar desde AppStore y Play Store. (3 clics para acceder).

Aplicaciones

La búsqueda de solicitudes siguió las directivas PRISMA y no consideró idioma ni país. En este caso también se utilizó el buscador de Google, con términos de búsqueda como: "aplicaciones web para invidentes", "aplicaciones móviles para invidentes", "aplicaciones web para invidentes" y "aplicaciones móviles para invidentes". Como era de esperar, un gran número de los resultados mostrados, la mayoría de ellos no fueron considerados debido a que no funcionaban, no eran aplicaciones o no trataban esta discapacidad.

Las aplicaciones que fueron seleccionadas para la evaluación posterior cumplieron con los siguientes criterios:

1. Tratar la discapacidad visual.
2. Tener buena calificación y comentarios.
3. Estén relacionados con la educación o el aprendizaje.
4. Son gratuitos.
5. Son aplicaciones web o móviles.

Se consideró utilizar Android como plataforma móvil de prueba y uso, esto debido a que los dispositivos Apple son costosos y poco utilizados en instituciones educativas y fundaciones.

Además, se verificó que las aplicaciones móviles estuvieran disponibles para descargar desde Google Play Store. 46 aplicaciones fueron descargadas, utilizadas minuciosamente y evaluadas para su inclusión en el catálogo.

Evaluación de aplicaciones

MARS ofrece una lista de verificación que permite clasificar y evaluar la calidad de las aplicaciones móviles relacionadas con la salud (Stoyanov, 2015). MARS utiliza las siguientes calificaciones de calidad: Compromiso (Com), Funcionalidad (Fun), Estética (Est), Información (Info) y Calidad Subjetiva (CS). Cada una de estas calificaciones se junta en una escala de 5 puntos desde 1-inadecuado hasta 5-excelente y responde cada una de las 23 preguntas.

El uso de MARS permite analizar la consistencia interna y la confiabilidad entre calificadoros para el análisis de calificaciones. La consistencia interna de cada calificación y la puntuación total de la calidad se calcularon mediante el alfa de Cronbach. La confiabilidad entre evaluadores de cada calificación y la puntuación total fueron determinadas por el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC). El ICC permite el cálculo adecuado de cada valor entre calificaciones y explica la proximidad, en lugar de la similitud de la puntuación. Estos resultados se pueden ver en la Tabla 2.

Tabla 2.

Puntuación de calidad de cada aplicación evaluada

#	Aplicación	Com	Fun	Est	Info	TOTAL	CS
1	Eye-D (Devices)	3,40	4,00	3,00	3,20	3,40	3,50
2	Visually Impaired	4,20	4,00	3,00	3,50	3,68	4,25
3	Blind Communicator	4,60	4,75	5,00	4,40	4,69	5,00
4	Eye + (For blind & visually impaired)	2,20	2,25	2,67	3,33	2,61	1,75

5	Be My Eyes - Helping the blind	4,00	4,75	4,00	4,17	4,23	4,25
6	ClariaZoom - Low vision app	4,60	4,25	3,00	4,67	4,13	4,75
7	TapTapSee	4,20	4,75	3,33	4,67	4,24	4,75
8	Google TalkBack	4,60	5,00	4,00	4,50	4,53	4,50
9	Big Launcher	3,80	4,50	3,67	4,33	4,08	3,50
10	MessagEase Keyboard	2,80	3,50	4,00	3,17	3,37	1,25
11	KNFB Reader	4,40	3,75	4,33	2,83	3,83	3,00
12	Blind Accessibility Keyboard	4,00	2,00	3,00	2,40	2,85	2,75
13	Walk Helper for Blind	3,20	2,75	3,33	1,40	2,67	1,75
14	Visor - Low vision magnifier	4,00	4,75	5,00	4,17	4,48	4,00
15	ICSee (I Can See)	3,60	4,50	4,33	4,50	4,23	4,00
16	Toolwiz Eyes-Voice Guide Cam	4,00	4,25	3,67	4,00	3,98	4,75
17	SuperVision mini	4,00	5,00	3,67	4,00	4,17	4,00
18	Lazarillo GPS for Blind	4,40	4,50	4,33	4,33	4,39	4,75
19	Blindness Phone	1,40	2,25	1,33	1,67	1,66	1,00
20	VITA (Visually Impaired Translation App)	2,60	2,00	2,33	2,50	2,36	1,50
21	RAY App for Visually Impaired	5,00	4,75	4,67	4,50	4,73	4,75
22	Help Launcher	3,20	4,50	5,00	4,33	4,26	3,50
23	Textifi	2,40	4,00	3,33	2,50	3,06	2,75
24	Chromevox	3,00	2,25	3,67	3,20	3,03	2,75
25	Chromeshades	2,60	3,75	2,67	3,00	3,00	2,50
26	Zoom Browser Extension	3,60	4,25	3,00	4,00	3,71	4,00
27	Oswald	2,40	3,50	3,00	3,00	2,98	2,25
28	Colorblind - Dalton	2,60	4,50	4,33	4,00	3,86	3,75
29	Vision	4,20	4,50	5,00	4,17	4,47	4,25
30	Snap&Read Universal	3,40	3,25	3,67	3,33	3,41	3,00
31	Read Aloud	3,40	3,75	3,00	3,67	3,45	2,25

32	Selection Reader	3,40	4,50	4,33	3,83	4,02	3,50
33	Alpha Text	3,00	3,25	4,00	3,50	3,44	3,75
34	Line Height Adjuster	2,00	3,75	3,00	2,60	2,84	1,50
35	Claro Read	2,00	2,00	5,00	1,00	4,00	1,75
36	Sokhan	2,20	2,75	3,67	1,33	2,49	1,00
37	Metal mouth	2,20	3,00	3,67	3,50	3,09	2,25
38	Tranquility reader	3,60	4,25	3,33	4,33	3,88	4,25
39	Math Basebal	2,40	0	4,67	3,17	2,56	2,00
40	Measure It	2,40	3,50	1,67	2,17	2,43	1,00
41	Math Basketball	3,20	4,25	2,33	4,17	3,49	3,00
42	Math Soccer	2,80	3,00	1,67	3,00	2,62	2,50
43	Access Invaders	2,60	2,00	3,33	3,33	2,82	2,50
44	BlindScape	2,00	2,50	1,33	2,00	1,96	1,75
45	Auslan Storytime	3,20	4,00	5,00	4,83	4,26	3,25
46	Eda Toby Play	2,40	4,00	3,33	2,50	3,06	2,75

MATERIALES Y MÉTODOS

Experiencia de usuario

La experiencia de usuario (UX) proporciona los pasos necesarios para lograr una aplicación completamente funcional y usable. UX se enfoca principalmente en identificar y satisfacer las necesidades del usuario. Los principios detrás de UX permiten comprender las necesidades de diferentes grupos de usuarios, en cuanto a necesidades, comportamiento y características (Garrett, 2011).

UX se divide en cinco planos:

1. **Superficie:** este plano se refiere a los aspectos visuales como colores, imágenes, texto y cómo los percibimos.
2. **Esqueleto:** este plano se refiere a cómo los diferentes elementos o componentes (botones, cuadros de texto, diseños) organizan el contenido para la navegabilidad.

3. **Estructura:** este plano se enfoca en identificar los componentes que se mostrarán en la aplicación, cómo interactúan y cómo definirán la navegación.
4. **Alcance:** este plano define las características y funcionalidades de la aplicación, es decir, lo que hará cada componente.
5. **Estrategia:** este plano define las necesidades del usuario y cómo los objetivos del producto pueden ayudar a superar estas necesidades.

Estrategia

La funcionalidad principal del catálogo de software digital es ofrecer una aplicación web útil y usable que puede ayudar a las personas con y sin discapacidad visual a obtener aplicaciones que pueden mejorar su estilo de vida y facilitar sus actividades diarias.

El catálogo de software digital se desarrolló como un sitio web que permite buscar aplicaciones que se enfocan en el aprendizaje y mejoran la vida de las personas con discapacidad visual. A primera vista, el catálogo funciona como un promotor, es decir, alberga aplicaciones que se ocupan de la discapacidad visual. Sin embargo, se espera que las aplicaciones desarrolladas en EPN y otras instituciones ecuatorianas pasen a formar parte del catálogo. Ofrece diferentes categorías según el tipo de aplicación, es decir, lectores de texto, magnificadores de pantalla, entre otros. El catálogo cubre tanto la discapacidad visual como la ceguera y se centra en la búsqueda y descarga de aplicaciones.

Alcance

Para comenzar a desarrollar el catálogo es necesario establecer los requisitos que describen lo que el sistema debe hacer y lo que el usuario final debe hacer (Pressman, 1997). La especificación de requisitos construida sobre las necesidades del usuario. Como era de esperar, algunos requisitos cambiaron y otros se mantuvieron igual desde el inicio. Los requisitos se detallan en la Tabla 3.

La especificación de requisitos de software ayuda tanto al usuario como al desarrollador a saber cuál será el producto final y qué hará, disminuyendo la ambigüedad que suele surgir de las primeras entrevistas y encuestas.

Tabla 3.

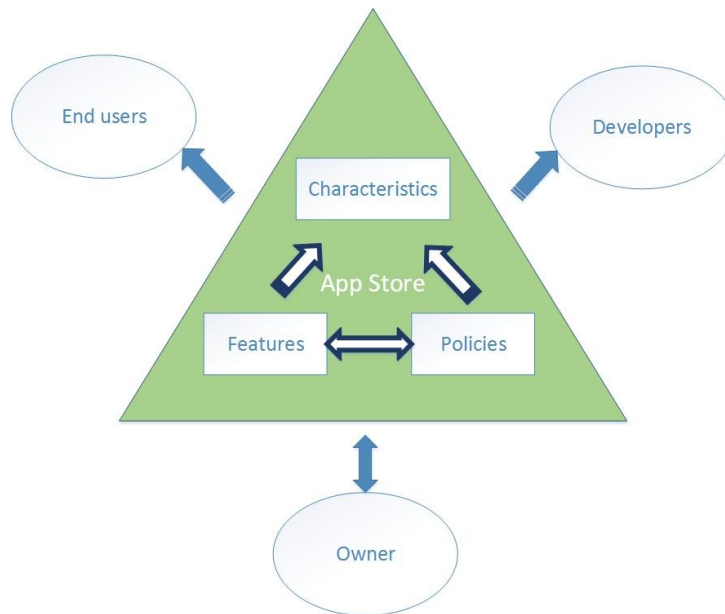
Requisitos de software

#	Requerimiento	Descripción
R1	Acceso	El catálogo permite al usuario acceder directamente a las aplicaciones desde la página de inicio.
R2	Descarga de la aplicación	El catálogo permite al usuario descargar una aplicación o visitar su sitio web.
R3	Retroalimentación	El catálogo permite al usuario comentar sobre la aplicación y calificarla.
R4	Preguntas y respuestas	El catálogo permite al usuario realizar preguntas y respuestas sobre una aplicación.
R5	Información de la aplicación	El catálogo permite al usuario ver la información de las aplicaciones.
R6	Aplicaciones principales	El catálogo permite al usuario navegar a través de las principales aplicaciones en función de su calificación.
R7	Historial de descargas	El catálogo permite al usuario revisar su historial de descargas.
R8	Navegación	El catálogo permite al usuario navegar por el menú, los elementos y las ventanas.
R9	Búsqueda	El catálogo permite al usuario buscar utilizando la barra de búsqueda.
R10	Información de la aplicación	El usuario debe acceder a la información de las aplicaciones.
R11	Perfil del usuario	El usuario debe acceder a la información de su perfil.
R12	Características	El catálogo muestra las características de las aplicaciones.
R13	Información del sitio web	El catálogo muestra la información del sitio web.
R14	Nuevas aplicaciones	El catálogo permite mostrar las aplicaciones cargadas recientemente.
R15	Menú de accesibilidad	El catálogo permite a los usuarios modificar el contenido en función de sus necesidades de accesibilidad.

Estructura

El modelo conceptual del catálogo de software digital es un mercado de aplicaciones, en el que las personas podrán buscar y obtener productos (aplicaciones). Este mercado se convierte en un sitio web centralizado que facilita el acceso a las aplicaciones. El modelo conceptual propuesto por Jansen & Bloemendal 2013 (ver Figura 1) describe cómo funciona una tienda de aplicaciones.

Figura 1.
Modelo conceptual del mercado

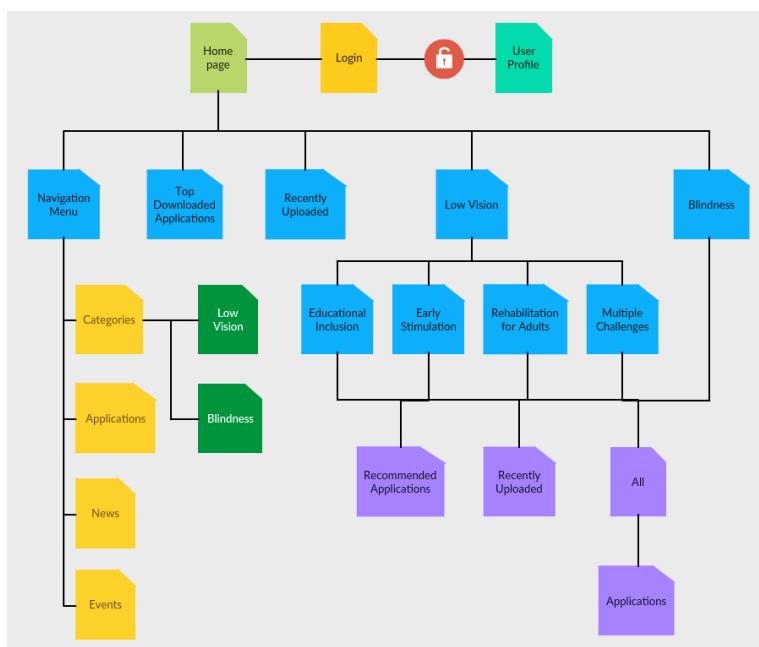


El triángulo representa la tienda de aplicaciones y cada lado corresponde al usuario final, los desarrolladores y el propietario; mientras que en el interior del triángulo están las Funciones, Características y Políticas. El propietario debe crear, organizar y seleccionar el contenido adecuado para el mercado (Jansen & Bloemendal, 2013). Las funciones representan partes individuales del sistema de software con las que los actores pueden interactuar. Las políticas representan las reglas, regulaciones y procesos de gobierno que limitan el alcance funcional de las funciones. Las características y políticas juntas forman parte de una tienda de aplicaciones en la que el propietario puede influir directamente (Jansen & Bloemendal, 2013). El principio organizador es el criterio por el cual se puede determinar qué nodos se agrupan y cuáles se mantienen separados. La agrupación y categorización se determinó de acuerdo con la evaluación

de aplicaciones y catálogos web, y de la entrevista mantenida con la Dra. Ximena Silva, directora del Instituto Mariana de Jesús, junto con otros terapeutas que tenían una vasta experiencia en el tratamiento de la discapacidad visual y la ceguera. La figura 2 muestra el mapa del sitio web.

Figura 2.

Mapa del sitio del catálogo



Esqueleto

El diseño de la interfaz es uno de los factores más importantes para lograr una gran experiencia de usuario. Esto permite al usuario realizar tareas de forma comprensible y sencilla.

Una cosa para tener en cuenta es que las aplicaciones web deben ser receptivas, lo que permite al usuario usar la aplicación en cualquier dispositivo. Tanto el tamaño de la fuente como la estructura del contenido responden al tamaño de la pantalla del dispositivo, de esta manera, la usabilidad y la accesibilidad se vuelven más naturales.

El diseño de la información se reduce a tomar decisiones sobre cómo presentar la información para que las personas puedan usarla o comprenderla más fácilmente (Garrett, 2011). La clave es agrupar y organizar los elementos de información de manera que reflejen cómo piensan los usuarios y respaldan sus tareas y objetivos.

La información de la aplicación se divide en cinco secciones: barra de navegación, información principal, preguntas, comentarios e información adicional.

Superficie

El contenido, la funcionalidad y la estética se combinan para crear un diseño que satisface los sentidos mientras logra los objetivos de los cuatro planos (Garrett, 2011). Material Design se basa en los siguientes principios para diseñar un sitio web sensorial (Secord, et al., 2017):

1. El material es una metáfora: es una teoría de un espacio racionalizado y un sistema de movimiento. Las superficies materiales y los bordes ofrecen señales visuales basadas en la realidad. El rayo realista muestra conexiones, divide el espacio y señala partes móviles.
2. Destacados, gráficos, intencionales: los elementos no solo hacen que sea cómodo mirarlos, sino que también crean jerarquía, significado y enfoque.
3. El movimiento proporciona significado: El movimiento es significativo y adecuado. Se utiliza para llamar la atención de los usuarios y mantener la continuidad.

Creación de prototipos

La creación de prototipos de software se define como la actividad de crear prototipos de aplicaciones de software, es decir, versiones incompletas de una aplicación de software que se encuentra actualmente en desarrollo (Beaudouin-Lafon & Mackay, 2003).

Un aspecto importante de la creación de prototipos es la definición de tres niveles de fidelidad junto con cuatro aspectos que permiten la categorización del prototipo, cada uno de los cuales debe estar relacionado con los objetivos y requisitos del producto. Hay tres niveles de fidelidad de prototipo.

Prototipo de baja fidelidad

Para el desarrollo del prototipo de baja fidelidad se analizó la información de los planos de estrategia y alcance, lo que permitió crear las maquetas. Una maqueta es un modelo que se utiliza para probar y mostrar cómo debe verse y sentirse una aplicación. Las maquetas se diseñaron con NinjaMock. Teniendo los diseños finales, se realizaron pruebas de usabilidad para ver si el catálogo cumplía con los objetivos y necesidades del usuario.

Prototipo de fidelidad media

El prototipo de fidelidad media fue diseñado para permitir a los usuarios comprender mejor el funcionamiento del catálogo. El objetivo principal del prototipo de fidelidad media es permitir que el usuario navegue por el catálogo y pruebe cada vínculo, botón y componente.

Para el diseño y desarrollo de la interfaz se utilizó el framework Bootstrap. Una de las principales características de usar Bootstrap es que permite un diseño receptivo y tiene una amplia variedad de componentes para trabajar. Las interfaces diseñadas fueron la página de inicio, las categorías y la aplicación. Una vez que se realizaron las interfaces, el prototipo se cargó en Codeanywhere para su posterior análisis y prueba.

Prototipo de alta fidelidad

Para desarrollar el prototipo de alta fidelidad, fue necesario analizar todos los comentarios obtenidos de las pruebas de los prototipos de baja y media fidelidad. A través de pruebas de usabilidad fue posible definir la mayoría de los elementos y características del catálogo, como la estructura del catálogo, la categorización, la información y la navegación.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Evaluación prototipo de baja fidelidad

Luego de diseñar las maquetas de la aplicación, era necesario hacerla navegable. Para hacerlo, Canvasflip fue la aplicación seleccionada para el trabajo, no solo por permitir una manera fácil de hacer que las maquetas sean navegables, sino también por recopilar datos y estadísticas de interacción del usuario. Estas maquetas fueron validadas con personal del “Instituto Mariana de Jesús”, quienes remarcaron que el catálogo debe ser lo más intuitivo posible.

Evaluación prototipo de fidelidad media

La evaluación del prototipo de fidelidad media se realizó en el Instituto Mariana de Jesús con la ayuda de tres docentes y dos terapeutas. La evaluación consistió en determinar qué tan intuitivo y perceptible era el prototipo en ese momento, si debía ser útil y qué tan probable era recomendarlo a otros.

Evaluación prototipo de alta fidelidad

La evaluación del prototipo de alta fidelidad también se realizó en el Instituto Mariana de Jesús con la ayuda de cuatro docentes, dos terapeutas y la subdirectora, Dra. Ximena Silva. Con el fin de tener los mejores resultados posibles, se realizó una primera introducción sobre el proyecto. Se realizó un recorrido por el proyecto para mostrar a los participantes lo que ofrece el catálogo y cómo funciona. Luego, los participantes dedicaron un promedio de 10 minutos a probar el catálogo. Siguió la encuesta, que constaba de cinco preguntas, y se centró en la organización, la estética, la navegación, el contenido y la accesibilidad. La última pregunta (abierta) permitió conocer detalles más finos para mejorar la experiencia de uso del catálogo.

DISCUSIÓN

Sitios web y catálogos

Las siguientes son las características encontradas al analizar los catálogos web:

1. Tipo de catálogo: hay una gran diferencia entre tipos de catálogos, según qué necesidades se deben satisfacer. Para el caso específico de la discapacidad visual, los desarrolladores deben trabajar con instituciones especializadas que atiendan este tipo de discapacidad, de lo contrario, el producto final puede no satisfacer las necesidades de los usuarios.
2. Acceso: los resultados de la investigación demostraron que en la mayoría de los casos el acceso y navegación en los catálogos web actuales es difícil y en ocasiones confuso. La mayoría de estos catálogos muestran las aplicaciones en forma de lista o tabla, abrumando a los usuarios con información tan amplia. La 'regla de los 3 clics' viene muy bien cuando queremos resolver este tipo de problemas, haciendo que los sitios web sean más intuitivos y lógicos para los usuarios.
3. Feedback: En la mayoría de los catálogos no hubo ningún comentario o retroalimentación sobre sus aplicaciones. Se recomienda dar a los usuarios la oportunidad de dar su opinión sobre cómo fue su experiencia al usar las aplicaciones. Esto permite hacer crecer una comunidad en la que los usuarios pueden ayudarse unos a otros.

Aplicaciones

Los resultados de la investigación preliminar mostraron que Estados Unidos de América es el país con mayor nivel de desarrollo en cuanto a tecnologías inclusivas. Existen fundaciones, instituciones y organizaciones que se ocupan específicamente de las discapacidades y mejoran constantemente sus productos y servicios para mejorar la vida de las personas con discapacidad.

Las 23 aplicaciones que fueron seleccionadas para ser incluidas en el catálogo obtuvieron una puntuación de más de 3,2 sobre 5 y un promedio de 4,14 sobre 5, lo que las hace completamente ideales para ser utilizadas por personas con discapacidad visual. La Dra. Ximena Silva del Instituto Mariana de Jesús colaboró brindando comentarios importantes sobre estas aplicaciones y cómo deben categorizarse. Los resultados obtenidos al aplicar MARS para medir la calidad de estas aplicaciones permitieron saber si estas aplicaciones fueron útiles y pueden ser muy beneficiosas una vez que las personas comiencen a utilizar el catálogo web.

CONCLUSIONES

Luego de buscar y recopilar aplicaciones tanto web como móviles, se descubrió que en América Latina las soluciones tecnológicas actuales para personas con discapacidad visual carecían de desarrollo y la mayoría ni siquiera cumplía con las WCAG2.0. Mientras que, países como India, España, EE. UU., Alemania y Grecia, mostraron un mayor desarrollo en el software con respecto a la accesibilidad. Esto tiene sentido debido a que estos países tienen leyes rigurosas sobre tecnologías inclusivas.

La evaluación de las 46 aplicaciones mostró que, aunque pueden parecer simples tanto en apariencia como en funcionalidad, funcionan bien para lo que se supone que deben hacer, por lo que tienen una calidad aceptable. Estas aplicaciones eran compatibles con múltiples dispositivos (navegadores web y versiones de Android), facilitando al usuario su obtención. La mayoría de estas aplicaciones comparten dos características comunes: se ocupan de la navegación y la ampliación del contenido de la pantalla, lo que significa que ayudan a las personas con discapacidad visual a realizar actividades cotidianas comunes.

El uso de prototipos y UX en este proyecto dio como resultado un catálogo web fácil de usar y que cumple con los cuatro principios de WCAG2.0, lo que lo hace adecuado no solo para personas con discapacidades visuales, sino también para otras personas con y sin discapacidades.

La Dra. Ximena Silva, subdirectora del Instituto Mariana de Jesús, coincidió en que el uso del catálogo de software digital es muy útil e importante para mejorar el aprendizaje de las personas con discapacidad visual. La funcionalidad y usabilidad del catálogo lo convierten en una gran opción para mejorar las estrategias didácticas actuales para potenciar el aprendizaje. Docentes y terapeutas de la institución dijeron que un software que puede ayudar a buscar aplicaciones probadas puede mejorar totalmente la vida de las personas con discapacidad visual, y no solo eso, sino también el aprendizaje de los demás.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armstrong, H. (2009). Advanced IT education for the vision impaired via e-learning. *Journal of Information Technology Education: Research*, 8, 243–256.
- Assistive Technology (2014). *Assistive Technology*, 26(1), 22–23. <https://doi.org/10.1080/10400435.2014.872448>
- Beaudouin-Lafon, M., & Mackay, W. (2003). Prototyping tools and techniques. *Human Computer Interaction-Development Process*, 122–142.

- Estadísticas de Discapacidad – Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2022). Revisado septiembre 9, 2022, from <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>
- Garrett, J. (2011). *The elements of user experience: user-centered design for the web and beyond* (2nd ed). Berkeley, Calif: New Riders.
- Secord, et al. Retrieved May 31, 2018, from <https://material.io/design/introduction/#principles>
- Jansen, S., & Bloemendal, E. (2013). Defining App Stores: The Role of Curated Marketplaces in Software Ecosystems. In *Software Business. From Physical Products to Software Services and Solutions* (pp. 195–206). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39336-5_19
- Larco, A., & Luján-Mora, S. (2017). Preliminary Analysis of Educational Software for People with Moderate Intellectual Disabilities.
- Liberati, et al., «The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration», en, *PLoS Medicine*, vol. 6, n.o 7, e1000100, jul. de 2009, ISSN: 1549-1676. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000100. dirección: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pmed.1000100>.
- Pressman, R., (1997). *Software engineering: a practitioner's approach* (4. ed). New York: McGraw Hill.
- Stoyanov, S., Hides, L., Kavanagh, D. J., Zelenko, O., Tjondronegoro, D., & Mani, M. (2015). Mobile App Rating Scale: A New Tool for Assessing the Quality of Health Mobile Apps. *JMIR MHealth and UHealth*, 3(1), e27. <https://doi.org/10.2196/mhealth.3422>