ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

DESARROLLO DE UN CATÁLOGO DIGITAL DE SOFTWARE ENFOCADO A DISCAPACIDAD MOTORA, UTILIZANDO PROTOTIPADO Y USER EXPERIENCE (UX).

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN

PAÚL OMAR PEÑAFIEL GUAMBA
paul.penafiel@epn.edu.ec

DIRECTOR: Ing. ENRIQUE ANDRÉS LARCO AMPUDIA, MSc.
andres.larco@epn.edu.ec

Quito, mayo 2019

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Paúl Omar Peñafiel Guamba**, bajo mi supervisión.

Ing. Enrique Andrés Larco Ampudia, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo, **Pául Omar Peñafiel Guamba**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Paúl Omar Peñafiel Guamba

DEDICATORIA

A mis abuelos por haberme brindado sus cuidados, apoyo y enseñanza a través del ejemplo durante todos estos años.

A mi hermana, por ser mi motivación para culminar esta meta. Por ser una amiga incondicional.

A las personas que se desenvuelven en el ámbito de la discapacidad motora, que pueden beneficiarse mediante el uso de aplicaciones.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por el esfuerzo realizado al apoyarme en culminar este primer objetivo.

A los terapeutas de la Fundación Hermano Miguel, por brindarme su ayuda y conocimientos durante las evaluaciones y pruebas dentro de sus instalaciones.

A mi director de proyecto, Ing. Andrés Larco por su ayuda y guía durante la realización de este proyecto, y por enseñarme que la formación académica y profesional solo toma sentido cuando es complementada con una formación en valores.

CONTENIDO

Resumen 1

Abstract 2

1 INTRODUCCIÓN 3

1.1 Antecedentes . . . 3
1.2 Objetivos . . . 4
1.2.1 Objetivo General . . . 4
1.2.2 Objetivos Específicos . . . 4
1.3 Alcance . . . 4
1.4 Marco teórico . . . 6
1.4.1 Discapacidad Motora . . . 6
1.4.2 Discapacidad Motora y tecnología . . . 11
1.4.3 Metodología de desarrollo de software . . . 12
1.4.4 Herramientas . . . 15
1.5 Investigación Preliminar . . . 18
1.5.1 Catálogos y Sitios Web . . . 18
1.5.2 Aplicaciones . . . 21
1.6 Estructura del Documento . . . 22

2 METODOLOGíA 23

2.1 Análisis de Experiencia de Usuario . . . 23
2.1.1 Estrategia . . . 23
2.1.2 Alcance . . . 26
2.1.3 Estructura . . . 31
2.1.4 Esqueleto . . . 35
2.1.5 Superficie . . . 37
2.2 Desarrollo de Prototipos . . . 39
2.2.1 Prototipo de Baja fidelidad . . . 39
2.2.2 Prototipo de Media fidelidad . . . 43
2.2.3 Prototipo de Alta fidelidad . . . 47
2.3 Evaluación de Prototipos . . . 58

2.3.1 Evaluación del Prototipo de Baja Fidelidad 58
2.3.2 Evaluación del Prototipo de Media Fidelidad 62
2.3.3 Evaluación del Prototipo de Alta Fidelidad 62

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN 66
3.1 RESULTADOS 66
3.1.1 Sitios web y Catálogos 66
3.1.2 Aplicaciones 67
3.1.3 Prototipos 72
3.2 Discusión 80
3.2.1 Sitios Web y Catálogos 80
3.2.2 Aplicaciones 81
3.2.3 Prototipos 82

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 84
4.1 Conclusiones 84
4.2 Recomendaciones 85

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 87

6 ANEXOS I
6.1 Investigación Preliminar II
6.1.1 Sitios Web y Catálogos II
6.1.2 Aplicaciones II
6.2 Prototipos II
6.2.1 Prototipo de Baja Fidelidad II
6.2.2 Prototipo de Media Fidelidad II
6.2.3 Prototipo de Alta Fidelidad II
6.3 Evaluaciones de los Prototipos II
6.3.1 Prototipo de Baja Fidelidad II
6.3.2 Prototipo de Media Fidelidad II
6.3.3 Prototipo de Alta Fidelidad II
6.4 Manuales II
6.4.1 Manual de Usuario II
6.4.2 Manual de Desarrollador II
6.5 Actas II

RESUMEN

Existen aplicaciones que pueden utilizarse como tecnologías asistivas o herramientas profesionales en el ámbito de la discapacidad motora, beneficiando tanto a terapeutas como a personas que padecen esta discapacidad. A pesar de que el mayor porcentaje de personas con discapacidad registradas en el país, categorizan su condición como discapacidad motora, no existe un catálogo que facilite la búsqueda y fácil acceso a estas aplicaciones.

El objetivo del presente proyecto fue desarrollar un catálogo digital de software enfocado a discapacidad motora, utilizando Prototipado y Experiencia de Usuario.

Con este fin, se realizó una búsqueda sistemática de sitios web y catálogos que incluyan discapacidad motora, con la finalidad de identificar características y opciones de mejora. Se implementó el catálogo digital combinando los criterios de Experiencia de Usuario y Prototipado. La calidad de las aplicaciones mostradas en el catálogo fue evaluada utilizando la herramienta Mobile App Rating Scale.

La prueba de usabilidad realizada por los terapeutas evidenció que la funcionalidad del catálogo digital es satisfactoria. La prueba orientada a tareas, realizada por los terapeutas, indicó que se necesitaron de 2 a 4 clics para acceder a las aplicaciones. La evaluación del catálogo, que fue realizada por los testers obtuvo una calificación alta, indicando que su calidad es satisfactoria.

El catálogo presenta una utilización intuitiva y simple. Los terapeutas de la Fundación Hermano Miguel lo valoraron como una herramienta práctica y de gran utilidad al momento de encontrar recursos tecnológicos que puedan ser utilizados en el ámbito de la discapacidad motora.

Palabras clave: *discapacidad motora, aplicaciones, catálogo, terapeutas, experiencia de usuario, prototipado*

ABSTRACT

There are applications that can be used as assistive technologies or professional tools in the motor disability environment, and can help both therapists and people with this disability. In spite of, the highest percentage of people with disabilities in this country categorize their condition as a motor disability, there is not a catalog that helps people to search and access to useful applications.

The objective of this project was to develop a digital catalog of software focused on motor disability, using Prototyping and User Experience.

A systematic review was performed to find catalogs and websites that include motor disability, and identify improvement options. The digital catalog was developed combining the User Experience and Prototyping criteria. The quality of the applications shown in the catalog was evaluated using the Mobile App Rating Scale.

The usability test, carried out by the therapists, showed that the digital catalog functionality is satisfactory. The task-oriented test, performed by the therapists, indicated that 2 to 4 clicks were made in order to access the applications. The catalog evaluation performed by the testers, obtained a high rating, indicating that its quality is satisfactory.

The catalog presents an intuitive and simple use. The therapists of the Hermano Miguel Foundation valued it as a practical, very useful tool at the time to find technological resources that can be used in the motor disability field.

Keywords: *motor disability, applications, catalog, therapists, user experience, prototyping*

1 INTRODUCCIÓN

En esta sección se describen los antecedentes, objetivos y alcance del proyecto. También, el marco teórico, donde se explica la metodología de desarrollo que será utilizada, conceptos sobre discapacidad motora, actividades terapéuticas y su relación con la tecnología. Por último, se detalla la investigación preliminar, las herramientas utilizadas y la estructura del proyecto.

1.1 ANTECEDENTES

La tecnología puede ocuparse para favorecer las características funcionales de personas con discapacidad. Así pues, existen aplicaciones web, sitios en internet, software educativo, y materiales digitalizados que incorporan elementos que promueven la inclusión tanto en procesos didácticos, como en la realización de actividades básicas [1].

El rápido desarrollo de nuevas tecnologías como: el acceso a internet y el manejo de software, resultan de gran ayuda al profesional de la terapia física y ocupacional, así como al paciente con discapacidad motora, ya sea durante su tratamiento o durante su vida diaria. Estas tecnologías pueden intervenir en procesos como la búsqueda de información, y la difusión de actividades terapéuticas [2]. Sin embargo, en el país, los problemas con respecto a estos recursos son: el desconocimiento por parte de las personas que podrían beneficiarse de su utilización, y la accesibilidad limitada que existe a dichos recursos.

El Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) establece que existen 214 235 personas que presentan algún grado de discapacidad motora [3]. De acuerdo a la Agenda Nacional para Discapacidades, uno de los factores que afectan la inclusión de personas con discapacidad, es el desconocimiento y dificultad que pacientes, terapeutas y personas cercanas tienen para encontrar recursos tecnológicos existentes e información de sus beneficios [4].

A pesar de que el mayor porcentaje de personas con discapacidad registradas en el país categorizan su condición como discapacidad motora, en el Ecuador no existe un catálogo digital que facilite la búsqueda de aplicaciones inclusivas que podrían ser utilizadas en el tratamiento y actividades cotidianas de personas con este tipo de discapacidad.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos para el desarrollo de este proyecto, se describen a continuación:

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar un catálogo digital de productos de software para personas con discapacidad motora, utilizando Prototipado y Experiencia de Usuario.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ❒ Levantar los requerimientos del catálogo digital de software para personas con discapacidad motora.
- ❒ Diseñar la arquitectura del catálogo digital, a partir de los requerimientos obtenidos.
- ❒ Analizar y seleccionar el parámetro de categorización, que será utilizado en el catálogo digital.
- ❒ Diseñar tres prototipos del catálogo digital de software.
- ❒ Implementar el catálogo digital utilizando como metodología de desarrollo el Prototipado y aplicando los criterios de Experiencia de Usuario.
- ❒ Evaluar la funcionalidad, usabilidad y accesibilidad del catálogo digital de software.

1.3 ALCANCE

El desarrollo de este proyecto abarcó las siguientes fases: Investigación Preliminar, Experiencia de Usuario, Prototipado y Evaluación de Calidad. Cada una de las etapas se describe a continuación:

- **Investigación Preliminar**

  Catálogos

  Se realizó una búsqueda sistemática de sitios web y catálogos de software referentes a discapacidad motora. Los catálogos encontrados fueron analizados para identificar características y acciones de mejora, que puedan ser implementadas en los prototipos a realizarse en este proyecto.

  Aplicaciones

  Se realizó una búsqueda sistemática de las aplicaciones móviles, web y de escritorio enfocadas en discapacidad motora. Después, las aplicaciones fueron evaluadas utilizando la herramienta Mobile App Rating Scale (MARS), para determinar su calidad en cuanto al atractivo, funcionalidad, estética, información y calidad subjetiva. Para poder obtener la percepción y contexto reales de dicha evaluación, las pruebas fueron realizadas por terapeutas (físicos y/o ocupacionales) y/o usuarios potenciales de las aplicaciones. Finalmente, aquellas aplicaciones con un rango adecuado de calidad fueron incluidas en la lista que se muestra en el catálogo digital.

- **Experiencia de Usuario**

  La experiencia de usuario fue utilizada para identificar los requerimientos del catálogo, ya sea en cuanto a sus características funcionales, así como de diseño.

- **Prototipado**

  Se desarrollaron tres prototipos. El primero fue desarrollado para representar la estructura de la información, visualizar el contenido, mostrar la disposición de los elementos y mostrar las funciones básicas de una manera estática. El segundo prototipo fue desarrollado para mostrar la navegación entre las secciones del catálogo digital, y un ejemplo con información real de una aplicación. El tercer prototipo presenta la funcionalidad total, y muestra las mejoras realizadas, a partir de las observaciones y correcciones de los dos primeros prototipos.

- **Evaluación de Calidad**

  Cada uno de los prototipos fue evaluado por los usuarios potenciales, para verificar la funcionalidad y cumplir con aspectos de experiencia de usuario.

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 Discapacidad Motora

La definición de discapacidad ha pasado por una serie de transformaciones, debido al contexto y percepción de las organizaciones, y de las personas que la padecen. Con el objetivo de evitar la variabilidad de los términos utilizados, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha optado por utilizar la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) para brindar un lenguaje unificado y estandarizado [5].

La OMS define a la discapacidad como el conjunto de indicadores negativos de la interacción de un individuo (con una condición de salud) y sus factores contextuales (ambientales y personales). Este término incluye déficits, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación [6]. En la Figura 1.1, se muestra la interacción entre los componentes planteados por la CIF.

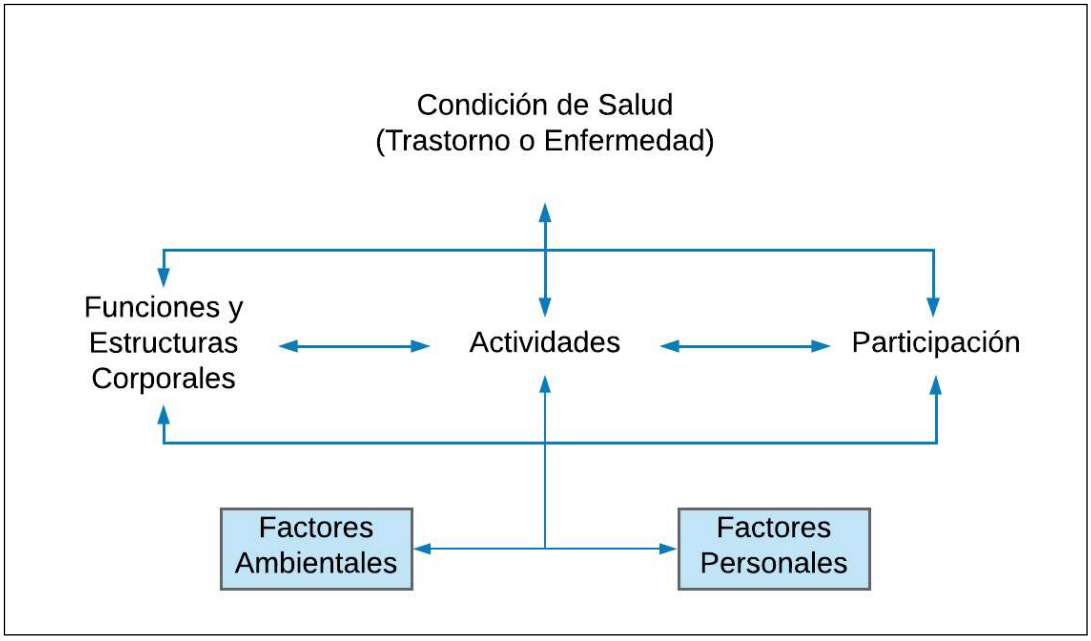


Figura 1.1: Componentes de la CIF [6].

La discapacidad motora es la condición que surge a partir de una deficiencia (alteración) permanente o transitoria del aparato locomotor debida a alguna anomalía en el funcionamiento del sistema óseo, articular y/o muscular. Esta condición viene determinada por limitaciones posturales, de desplazamiento, de coordinación y/o manipulación [7].

1.4.1.1 Clasificación de la Discapacidad Motora

Dentro del ámbito de la discapacidad motora se pueden identificar y describir un conjunto de trastornos que se manifiestan de varias maneras, y que pueden tener diversos grados de afectación sobre las habilidades de desplazamiento, coordinación y manipulación. Esto dificulta una clasificación general, sin embargo, existen algunos criterios aplicables que se describen a continuación [7]:

- **POR EL GRADO DE PÉRDIDA DEL MOVIMIENTO**

  Parálisis (plejia): Consiste en la pérdida total del movimiento sobre el área afectada.

  Paresia: Consiste en la pérdida parcial del movimiento sobre el área afectada

- **POR TOPOGRAFÍA O ZONA AFECTADA**

  Monoplejia: Consiste en la parálisis sobre un único miembro de un único grupo muscular.

  Hemiplejia: Consiste en la parálisis sobre un lado simétrico lateral completo del cuerpo.

  Paraplejia: Consiste en la parálisis de ambas extremidades inferiores, tras la afección de una lesión medular.

  Tetraplejia: Consiste en la parálisis motriz de los miembros superiores (brazos) e inferiores(piernas).

- **POR ORIGEN O SISTEMA ANÓMALO PREDOMINANTE**

  Sistema Nervioso

  Parálisis cerebral: Pérdida o alteración del control motor producida por una lesión encefálica.

  Traumatismos Craneoencefálicos: Son producidos por impactos sobre el cráneo y generan lesiones que pueden concluir en Paresias (Parálisis parciales de miembros).

  Espina Bífida: Malformación congénita que se produce cuando la médula espinal y la columna vertebral no se han formado correctamente durante las primeras etapas del

embarazo, en las cuales se cierra la estructura del tubo neural, que posteriormente se convertirá en el cerebro y la espina [8].

Poliomelitis: Enfermedad infecciosa que afecta el sistema nervioso central. Su origen es viral y su taza de ocurrencia más alta se da en niños de 4 a 15 años. La afección inflamatoria de las neuronas motoras y el cerebro conducen gradualmente a parálisis, atrofia muscular y deformidad de miembros [9].

Lesión Medular: Son daños producidos en la médula espinal a consecuencia de un traumatismo o de una enfermedad degenerativa. Según la OMS, hasta un 90 % de casos se deben a causas traumáticas y accidentes [10].

Sistema Muscular

Miopatías: Son enfermedades que ocasionan problemas con el tono del tejido muscular y con las contracciones de los músculos que controlan los movimientos. Los indicadores suelen ir desde rigidez muscular hasta debilidad, con diferentes grados de severidad de la patología. También puede presentarse de manera hereditaria a causa de mutaciones en los genes [11].

Distrofia Muscular: Representa un conjunto de más de 30 enfermedades genéticas que causan degeneración y debilidad progresiva sobre los músculos que intervienen en los movimientos voluntarios de un individuo. Los trastornos varían en edad, gravedad y patrón de grupos musculares afectados. La mayoría de casos culmina en la pérdida de la habilidad de caminar [12].

Sistema Osteoarticular

Reumatismo: Es un conjunto de enfermedades que producen inflamación, degeneración y alteraciones en los tejidos que forman músculos, tendones, articulaciones y huesos. La afectación sobre las zonas que implican trabajo locomotor produce dolor, rigidez y limitación de los movimientos. La prevalencia a nivel mundial de éste tipo de enfermedad es del 0,3 % al 1,2 % de la población [13].

Lesión Ósea: Anomalía en el crecimiento o en la estructura de los huesos. Pueden ocurrir en cualquier parte del cuerpo, aunque son más comunes en las formaciones óseas de mayor longitud como brazos y piernas [14].

- **AMPUTACIÓN DE MIEMBROS**

  Procedimiento mediante el cual se extirpa una parte del cuerpo, a través de una o más estructuras óseas como consecuencia de un traumatismo. La condición puede ocurrir también por motivos congénitos por la ausencia parcial o completa de un miembro desde el nacimiento de un individuo. Cuando el procedimiento se lleva a cabo con previa planificación quirúrgica, la razón suele ser riesgo de infección o de degeneración de los tejidos debido a una enfermedad causante [15].

1.4.1.2 Habilitación y Rehabilitación

La OMS, en su reporte anual de discapacidades, define la rehabilitación como una variedad de medidas que asisten a las personas con discapacidad, y que las ayudan a mantener un funcionamiento óptimo con respecto a su ambiente.

Aunque el término es utilizado de manera general, cabe hacer una distinción entre habilitación, la cual se dirige a aquellas personas que poseen una discapacidad congénita o que la han adquirido en etapas tempranas de la vida, y las ayuda a desarrollar una máxima funcionalidad. Mientras que la rehabilitación, se dirige a aquellas personas que han perdido funcionalidad, y las ayuda a recuperarla en mayor o menor grado [16].

La rehabilitación implica las siguientes actividades:

- Identificación de los problemas y las necesidades de las personas.
- Definición de los objetivos de rehabilitación.
- Relación de los problemas con factores relevantes del entorno en el que se desenvuelve una persona.
- Planificación e implementación de medidas necesarias.
- Medición de los efectos de las medidas implementadas.

En la Figura 1.2, se muestra el proceso de rehabilitación desde el enfoque de la OMS.

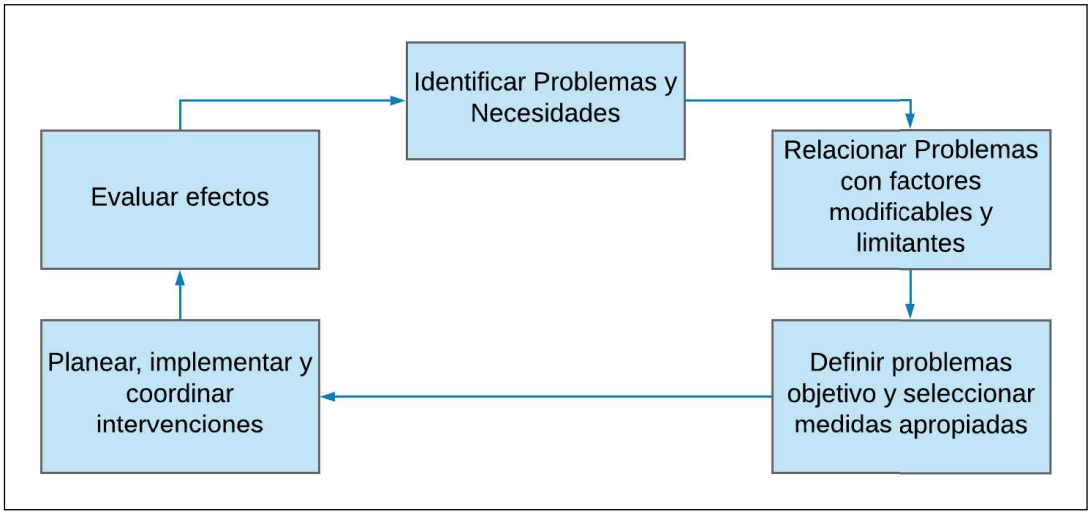


Figura 1.2: Ciclo de Rehabilitación segun la OMS. [16]

1.4.1.3 Terapia

La terapia describe los procesos de restablecimiento de actividad, compensación de funcionalidad y prevención de deterioro en las áreas de la vida de una persona, y es llevada a cabo por profesionales de la rehabilitación. En el caso de la discapacidad motora, los principales profesionales involucrados son fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales. Además, las principales medidas que se implementan en este tipo de discapacidad suelen ser: entrenamiento físico, ejercicios funcionales, estrategias compensatorias, educación, asesoramiento, modificaciones al ambiente, y provisión de recursos y tecnología asistiva [16].

Terapia Física

Según la Confederación Mundial de Terapia Física, es la provisión de servicios para mantener, desarrollar y restaurar el máximo movimiento y las habilidades funcionales. Su finalidad es ayudar a las personas en cualquier etapa del ciclo de vida, cuando el movimiento y la funcionalidad han sido afectadas por la edad, traumatismos, heridas, enfermedades, desordenes de la salud o condiciones ambientales [17].

La OMS, define a la terapia física como la ciencia del tratamiento por medio de ejercicio terapéutico y estímulos (calor, frío, luz, agua, electricidad, entre otros). Además, incluye la ejecución de pruebas para determinar el valor de afectación, de capacidad funcional y control del avance mediante la utilización de ayudas diagnósticas [17].

Terapia Ocupacional

Según la Asociación Americana de Terapia Ocupacional, es la utilización terapéutica de las actividades de autocuidado, trabajo y lúdicas para incrementar la funcionalidad independiente, mejorar el desarrollo y prevenir la discapacidad. Puede incluir la adaptación del entorno y de las actividades, con la finalidad de lograr máxima independencia y mejorar la calidad de vida de las personas [18].

1.4.2 Discapacidad Motora y tecnología

En el contexto de la discapacidad motora, las actividades de rehabilitación, reinserción a la cotidianidad, y desarrollo de funcionalidad, utilizan una variedad de herramientas que pueden ser instrumentos, fuentes de consulta útiles para los profesionales de la rehabilitación, o herramientas asistivas para las personas que padecen la discapacidad.
Las personas con discapacidad motora pueden encontrar en estos recursos el apoyo adecuado para llevar a cabo una vida más independiente y productiva. Actualmente, algunos de los recursos que pueden ser utilizados por profesionales de la rehabilitación, por pacientes y público en general, son implementados mediante dispositivos y software especializado.

Tecnologías Asistivas

Se refiere a herramientas prácticas que incrementan la independencia de las personas con discapacidad. Son cualquier pieza, equipamiento, producto, sistema adquirido o modificado que es utilizado para aumentar, mantener o mejorar las capacidades funcionales de los individuos [19].

Algunos ejemplos de herramientas de tecnología asistiva pueden ser: magnificadores de pantalla, audio libros, software para magnificación de fuentes, tableros digitales de comunicación alternativa, sintetizadores de voz, software de geolocalización y movilidad accesible, software de identificación de barreras arquitectónicas, sistemas que reemplacen las interfaces de entrada y salida del computador, entre otras [16].

En algunos países, la tecnología asistiva es parte integral del sistema de salud. Además, los dispositivos y sistemas suelen ser provistos por el gobierno a través de servicios de rehabilitación, agencias de educación especial, compañías de seguros, y organizaciones no gubernamentales de proyección social [20].

Herramientas Profesionales

En el caso de la discapacidad motora, la actividad terapéutica está ligada a la utilización de recursos como: equipos de estimulación, evaluaciones orientadas al diagnóstico, y evaluaciones orientadas a la medición de funcionalidad. Estos recursos, en combinación con el conocimiento profesional del terapeuta pueden generar una serie de acciones de rehabilitación.

Actualmente, existen herramientas tecnológicas como: test digitales, guías de ejercicios, guías de contenido terapéutico, sistemas para control y gestión; entre otros, que pueden ayudar al profesional en su actividad clínica, de formación o de investigación [2].

1.4.3 Metodología de desarrollo de software

El proyecto pretende permitir que los usuarios accedan a las aplicaciones y recursos de software mediante una navegación y búsqueda fáciles e intuitivas. La utilización de User Experience (UX) permite basar el diseño del catálogo en las necesidades de los usuarios potenciales, mientras que el desarrollo de prototipos permite obtener interacción y retroalimentación del usuario durante la fase de desarrollo, ya sea con una funcionalidad parcial o completa.

1.4.3.1 Prototipado

El Prototipado es la representación de versiones completas o parciales de un sistema interactivo o software, que, a pesar de presentar limitaciones funcionales, pueden ser utilizadas para realizar procesos de diseño y evaluación [21]. Los prototipos pueden ser utilizados en el proceso de desarrollo de software para anticipar cambios que pueden surgir o que puedan ser requeridos. Además, pueden ser utilizados durante el proceso de elicitación y validación de requerimientos, así como durante la definición de soluciones de software y diseño de interfaces de usuario [22]:

Los prototipos de un sistema permiten a los usuarios proporcionar retroalimentación del producto, obtener nuevas ideas de requerimientos, encontrar áreas de mejora en el software, y determinar qué tan bien el sistema cumple con sus expectativas. Además, mientras un prototipo es desarrollado, puede revelar omisiones y errores cometidos en la definición

de requerimientos. Estos errores suelen ser percibidos solo una vez que el usuario ha interactuado con el sistema [22].

El desarrollo de cada uno de los prototipos puede estar sujeto a un proceso que incluye la planificación, definición, desarrollo y evaluación. En la Figura 1.3 se muestran las etapas de este proceso, y las salidas que se obtienen en cada una de ellas.

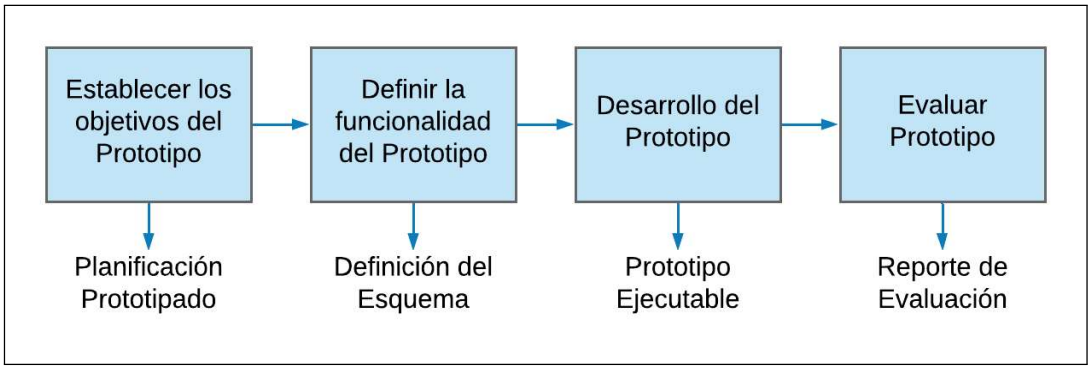


Figura 1.3: Proceso de desarrollo de Prototipos [22]

Para diferenciar el nivel de completitud de las versiones o prototipos generados durante el proceso de desarrollo, esta metodología define tres niveles de fidelidad, junto con atributos que categorizan al prototipo. Estos atributos (características, funcionalidad, interacción y diseño) están directamente relacionados con los requisitos del producto final. Los niveles de fidelidad se describen a continuación [23]:

- **Baja Fidelidad:** Es una representación esquemática de bajo coste del diseño, que puede ser o no interactiva. Permite conceptualizar las preferencias del producto final, generar ideas a través de la participación del usuario, y pensar en las posibles soluciones de software aplicables.

- **Media Fidelidad:** Las vistas son detalladas y la navegación es más elaborada, sin embargo, la funcionalidad es parcial o simulada. El detalle es suficiente para realizar pruebas de usabilidad y definir especificaciones funcionales. Permite evaluar aspectos interactivos incluyendo navegación, contenido, presentación y terminología.

- **Alta Fidelidad:** Representación del sistema, con diseño gráfico y funcionalidad de alto nivel. El costo en tiempo es mayor con respecto a los dos prototipos anteriores. Es altamente interactivo y permite realizar simulación de las especificaciones funcionales que fueron definidas durante el ciclo de desarrollo.

1.4.3.2 Experiencia de Usuario

La Experiencia de Usuario se define como el conjunto de percepciones y respuestas de una persona, resultantes de la utilización de un producto, sistema o servicio [21].

La Figura 1.4 muestra el modelo conceptual de la Experiencia de Usuario planteado por Garret [24]. Este modelo está basado en cinco planos independientes que conducen la toma de decisiones en la fase de diseño del software.

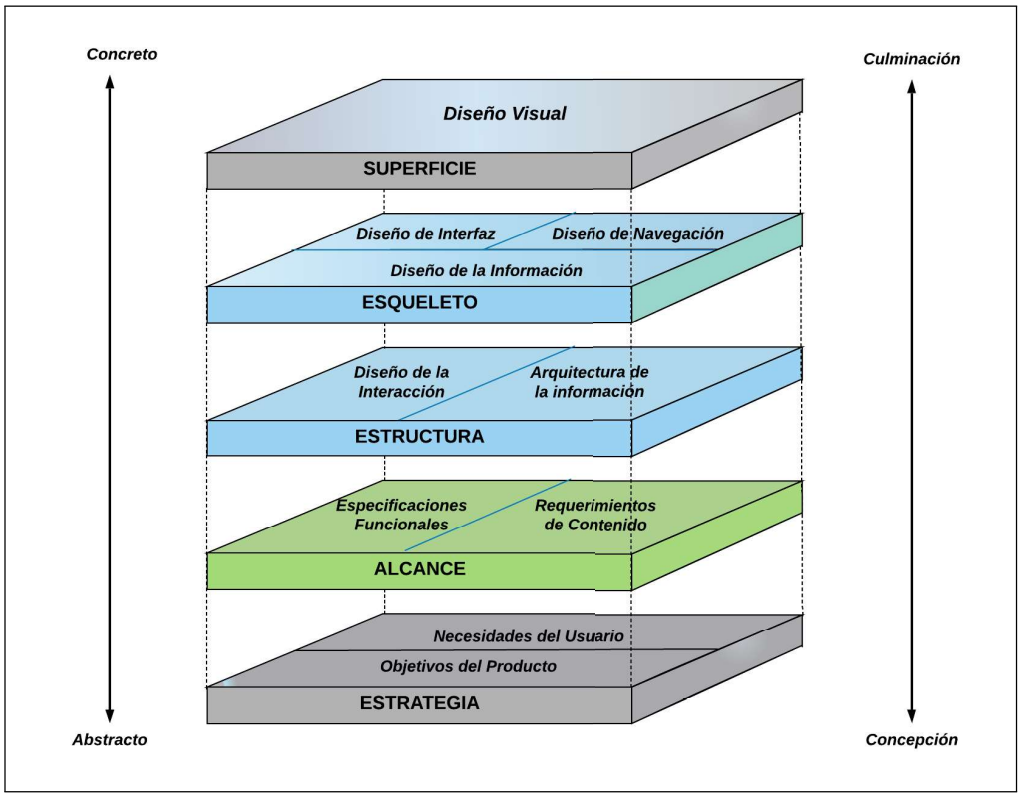


Figura 1.4: 5 Planos de la Experiencia de Usuario [24].

1. **Estrategia:** En este primer plano se deben definir los objetivos de las partes involucradas, identificar las necesidades principales, y plantearlas como objetivos para el proyecto. La identificación de necesidades conduce a la identificación de los diferentes tipos de usuarios del producto.

2. **Alcance:** Para obtener el alcance se deben traducir las necesidades de los usuarios y los objetivos del producto en especificaciones funcionales, requerimientos del contenido, y una visión clara de aquello que se realizará y aquello que no. Los requerimientos

funcionales deben ser enunciados afirmativos, específicos y objetivos, que reduzcan la ambigüedad en el trabajo a realizar. Por otro lado, los requerimientos de contenido se refieren a aspectos como el medio, fuentes, y periodicidad de actualización de la información.

3. **Estructura:** La estructura conceptual del producto se desarrolla en base a dos elementos: el diseño de la interacción, y la arquitectura de la información. El primero define el comportamiento del sistema en respuesta a las acciones del usuario. El segundo, se refiere al arreglo de los elementos de contenido para facilitar la comprensión del usuario.

4. **Esqueleto:** El esqueleto se divide en tres componentes: el diseño de la información, el diseño de la interfaz y el diseño de la navegación. El objetivo de estos componentes es facilitar la comprensión del usuario, permitir al usuario interactuar con la funcionalidad del sistema y permitir al usuario moverse a través de la arquitectura de la información.

5. **Superficie:** Finalmente, la superficie toma la información y la funcionalidad, para dotarles estética a través de un diseño visual. El objetivo de la superficie es producir una experiencia sensorial satisfactoria cuando el usuario interactúe con el sistema terminado.

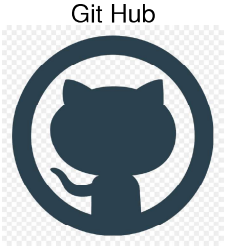
1.4.4 Herramientas

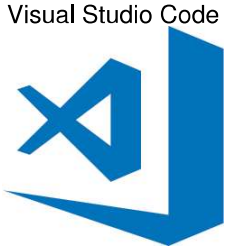
En la Tabla 1.1, se muestran las herramientas utilizadas durante el desarrollo de este proyecto. También se detalla su descripción y la parte del proyecto donde fueron utilizadas.

Tabla 1.1: Herramientas Utilizadas.

Nombre	Descripción	Uso
Balsamiq Cloud	Balsamiq es una herramienta de maquetación, que permite dibujar wireframes y simular la navegación asignando acciones sobre sus elementos [25].	Prototipo de Baja Fidelidad: Diseño de vistas y simulación de interacción.

Nombre	Descripción	Uso
CanvasFlip	Canvas Flip es una herramienta de prototipado que permite asignar acciones de navegación en base a imágenes. Permite compartir el prototipo y realizar pruebas instantáneas para obtener retroalimentación de los usuarios [26].	Prototipo de Baja Fidelidad: Evaluación de usabilidad
Bootstrap	Es un conjunto de herramientas de código abierto para el diseño de sitios y aplicaciones web con HTML, CSS y extensiones de JavaScript. Contiene plantillas de varios elementos de diseño basados en lenguajes de front end [27].	Prototipo de Media Fidelidad: Diseño de vistas.
jQuery	JQuery es una librería multiplataforma de JavaScript, que permite manipular y acceder a los elementos HTML, gestionar eventos relacionados con dichos elementos y crear interacciones basadas en AJAX [28].	Prototipo de Media Fidelidad: Simulación de Funcionalidad
Node Js	Node Js es un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos que está diseñado para construir aplicaciones escalables y se basa en el motor V8 de Google [29].	Prototipo de Alta Fidelidad: Desarrollo
Angular	Angular es un framework de JavaScript de código abierto, utilizado para crear aplicaciones web basadas en una sola página, y su estructura responde satisfactoriamente al Modelo Vista Controlador [30].	Prototipo de Alta Fidelidad: Desarrollo Front end.
Express Js	Es un framework de desarrollo web para Node Js que está diseñado para aplicaciones web, y es comúnmente utilizado como un marco de desarrollo del lado del servidor [31].	Prototipo de Alta Fidelidad: Desarrollo Back end

Nombre	Descripción	Uso
MongoDB	Sistema de bases de datos NOSQL que se basa en estructuras de datos BSON, y almacena los datos en documentos JSON flexibles [32].	Prototipo de Alta Fidelidad: Desarrollo Back end
MDBootstrap	Es una versión de Bootstrap inspirada en Material Design [33].	Prototipo de Alta Fidelidad: Diseño de vistas
Cloudinary	Es una plataforma que provee una gestión de recursos multimedia basada en cloud [34].	Prototipo de Alta Fidelidad: Desarrollo
Postman	Es un cliente HTTP para probar servicios web [35].	Prototipo de Alta Fidelidad: Pruebas de métodos del servidor.
Wave	Wave es una herramienta que permite evaluar la accesibilidad del contenido web de un sitio [36].	Prototipo de Alta Fidelidad: Evaluación
Git Hub 	Es una plataforma de desarrollo colaborativo que utiliza el sistema de control de versiones GIT [37].	Prototipo de Alta Fidelidad: Control de versiones.

Nombre	Descripción	Uso
Visual Studio Code 	Visual Studio Code es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft, para sistemas operativos Windows, Linux y MacOS [38].	Codificación
Google Forms	Google Forms es una aplicación de administración de encuestas que se incluye en el conjunto de aplicaciones de Google Drive [39].	Todos los prototipos: Evaluación

1.5 INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

Se realizó una búsqueda sistemática de sitios web y catálogos de software relacionados con discapacidad motora, siguiendo las directrices de Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA) [40]. Posteriormente, se realizó el análisis y observación de las características de los sitios web y catálogos digitales encontrados.

Además, se realizó una búsqueda sistemática de aplicaciones relacionadas con discapacidad motora. Las fuentes para la búsqueda fueron los catálogos previamente encontrados, Google, y plataformas de distribución digital como Google Play Store. Finalmente, las aplicaciones fueron evaluadas usando la herramienta Mobile Application Rating Scale (MARS) [41].

1.5.1 Catálogos y Sitios Web

La búsqueda sistemática de catálogos y sitios web se llevó a cabo utilizando el buscador de Google. Los términos o cadenas de texto utilizados fueron: “Software Discapacidad Física”, “Catálogo de Software Discapacidad Física”, “Software Discapacidad Motora”, “Catálogo de Software Discapacidad Motora”, “Software Discapacidad Motriz”, y “Catálogo de Software Discapacidad Motriz”.

Los resultados fueron seleccionados de acuerdo a algunos criterios. Se excluyeron los sitios y catálogos digitales duplicados, blogs y sitios de información, los sitios no funcionales, sitios con contenido irrelevante o fuera de contexto, y los catálogos y listas en formato PDF.

La Tabla 1.2 muestra las características obtenidas de los sitios web que serían analizados. La Tabla 1.3 muestra las observaciones principales de cada sitio web y catálogo analizado. Los detalles y capturas de las pantallas principales de cada sitio y catálogo analizado se pueden ver en el Anexo 6.1.1.

Tabla 1.2: Características de sitios web y catálogos.

Característica	Descripción
Nombre:	Nombre del sitio web o catálogo.
URL:	Dirección de acceso a la página del sitio web o catálogo.
País:	País de origen del sitio web o catálogo.
Organización:	Organización que auspicia o promueve el sitio web o catálogo.
Información Institucional:	Información de la organizacón auspiciante.
Categorización:	Categorías en las que las aplicaciones están organizadas dentro del catálogo.
Observaciones:	Características importantes, detalles positivos y negativos del sitio web o catálogo
Capturas de Pantalla:	Capturas de la pantalla principal y secundaria del sitio web o catálogo

Tabla 1.3: Observaciones de sitios web y catálogos analizados.

No.	Nombre	País	Observaciones
1	SOLCA http://solca.aig.gob.pa/home/para-discapacitados	Panamá	Ofrece un conjunto de programas sin costo, que permiten a las personas con limitaciones de movilidad, acceder al computador. Se categoriza por tipo de discapacidad. (3 interacciones para acceder).
2	Recursos Gratuitos para Discapacitados http://www.cuervoblanco.com/descargas_discapacidad.html	España	Ofrece herramientas para que personas con discapacidad accedan al computador. Se categoriza por funcionalidad del software. (3 interacciones para acceder).
3	TecnoAccesible https://tecnoaccesible.net/content/software-libre-o-gratuito	España	Ofrece software asistivo gratuito. Se categoriza por funcionalidad del software. (3 interacciones para acceder).
4	BJ Adaptaciones https://bjadaptaciones.com/	España	Ofrece software asistivo a precios accesibles. Se categoriza por funcionalidad del software. (3 interacciones para acceder).

No.	Nombre	País	Observaciones
5	Wikinclusion http://wikinclusion.org/index.php	Uruguay	Es una wiki creada para mejorar la interacción entre la tecnología y las discapacidades. Se categoriza por áreas de competencias para la vida, discapacidad o síndromes, y por orden alfabético. (6 a 7 interacciones para acceder).
6	ENESO http://www.eneso.es/acceso	España	Ofrece herramientas pagadas para que personas con discapacidad accedan a la tecnología. Se categoriza por funcionalidad del producto. (5 a 6 interacciones para acceder)
7	Portal Discapacidad http://www.mancomunidadsierranorte.org/portales/?portal=discapacidad	España	Ofrece programas gratuitos para la accesibilidad de personas con discapacidad. Se categoriza por funcionalidad del software. (4 interacciones para acceder).
8	ADAPTA http://www.adapta.cl/	Chile	Ofrece productos para la educación y rehabilitación de personas con discapacidad. Se categoriza por la funcionalidad del producto. (4 interacciones para acceder).
9	DISCAPNET https://www.discapnet.es/areas-tematicas/tecnologia-inclusiva/	España	Ofrece aplicaciones asistivas para personas con discapacidad. Se categoriza por la funcionalidad del producto. (4 interacciones para acceder).
10	Conectar Igualdad http://escritorioeducacionespecial.educ.ar/	Argentina	Ofrece programas para que personas discapacitadas accedan de forma amigable al computador. Se categoriza por tipo de discapacidad. (3 interacciones para acceder).
11	Antonio Saco http://antoniosacco.com.ar/	Argentina	Ofrece programas gratuitos e información acerca de la tecnología aplicada a la discapacidad motriz. No presenta categorización. (4 interacciones para acceder).
12	ARASAAC http://www.arasaac.org/software.php	España	Ofrece recursos para facilitar la comunicación a personas con limitaciones físicas. Se categoriza por funcionalidad del producto. (5 a 6 interacciones para acceder).
13	Software para Terapia Física https://www.capterra.es/directory/30596/physical-therapy/software?	España	Ofrece software pagado para centros y profesionales de la terapia física. Se categoriza por funcionalidad del software. (4 interacciones para acceder).
14	Innovaciones http://www.innovacionessoftware.com/index.php/	Colombia	Ofrece software y equipos pagados para actividades terapéuticas. Se categoriza por funcionalidad del producto. (5 interacciones para acceder).

1.5.2 Aplicaciones

1.5.2.1 Búsqueda

Se llevó a cabo una búsqueda sistemática de aplicaciones utilizando los catálogos previamente seleccionados, Google, y plataformas de distribución digital como Google Play Store. Los términos utilizados para la búsqueda fueron: "discapacidad motora", "discapacidad motriz", "terapia física", "terapia ocupacional". Se descartaron las aplicaciones que estuvieran fuera de contexto, las aplicaciones duplicadas, y aquellas que no estén en funcionamiento.

Las aplicaciones elegidas para una posterior evaluación cumplieron con los siguientes parámetros:

- Aplicaciones web, móviles o de escritorio.
- Aplicaciones gratuitas.
- Su enfoque debería coincidir con alguno de los siguientes criterios:
  - Discapacidad motora o cualquiera de sus patologías asociadas.
  - Recursos asistivos para personas con discapacidad motora.
  - Herramientas profesionales para actividades terapéuticas, de rehabilitación, de formación o consulta.

1.5.2.2 Evaluación de Aplicaciones

Las aplicaciones seleccionadas fueron evaluadas en cuanto a su diseño y usabilidad, utilizando la herramienta MARS, la cual proporciona una métrica simple, objetiva y confiable para la clasificación y evaluación de aplicaciones. Si bien el campo de acción de ésta herramienta no se limita a un entorno, es utilizada con mayor éxito sobre aplicaciones relacionadas con la salud y la discapacidad [42].

MARS aplica un conjunto de 23 ítems agrupados de acuerdo características específicas de calidad. Cada ítem permite responder con una escala de 5 puntos (5: Excelente, 4: Bueno, 3: Aceptable, 2: Pobre, 1: Inadecuado), en la que se describen opciones que se podrían acoplar a la aplicación evaluada [41].

1.6 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Las secciones del presente proyecto integrador son las siguientes:

- **Metodología**

  La metodología describe la realización del proyecto en las siguientes fases: análisis de experiencia de usuario, desarrollo de prototipos y evaluación de prototipos.

- **Resultados y Discusión**

  Esta sección describe los resultados obtenidos en la investigación preliminar y en la evaluación de los prototipos. En la discusión, se lleva a cabo una revisión de los resultados obtenidos.

- **Conclusiones**

  La sección de conclusiones evalúa el cumplimiento de los objetivos planteados por este proyecto.

2 METODOLOGÍA

Esta sección describe de forma detallada la metodología utilizada en el desarrollo del Catálogo Digital de Software enfocado a Discapacidad Motora.

2.1 ANÁLISIS DE EXPERIENCIA DE USUARIO

Durante el desarrollo del catálogo digital se abordan los 5 planos de la Experiencia de Usuario. Cada uno de los planos propone objetivos y actividades que tienen como finalidad desarrollar un producto que satisfaga las necesidades y requerimientos de los usuarios [43].

2.1.1 Estrategia

Los objetivos de este plano son:

- Definir los objetivos del Catálogo Digital de Software enfocado a Discapacidad Motora y sus métricas de éxito.
- Identificar las necesidades de los involucrados en el desarrollo del Catálogo Digital de Software enfocado a Discapacidad Motora.

2.1.1.1 Objetivos del Catálogo Digital

Los resultados obtenidos en el análisis de sitios web y catálogos digitales, que se encuentran en la investigación preliminar, descrita en la sección 1.5.1, sirvieron para identificar características a implementar, necesidades de los usuarios que visitan estos sitios y opciones de mejora, las cuales a su vez se convirtieron en objetivos del catálogo.

Los objetivos del catálogo digital son:

- ❒ Difundir aplicaciones existentes enfocadas a discapacidad motora.
- ❒ Obtener retroalimentación de los usuarios con respecto al uso de las aplicaciones.
- ❒ Facilitar la búsqueda de aplicaciones relacionadas con discapacidad motora.
- ❒ Proveer a los profesionales de rehabilitación y a personas en general, información de software gratuito y utilizable en el ámbito de la discapacidad motora.

Métricas de éxito

La toma de desiciones durante el desarrollo del catálogo digital, se realizó en base a métricas que permitieran percibir la experiencia de los usuarios. Se tomó como referencia HEART, un framework de evaluación diseñado por el área de investigación de Google. Este framework propone cinco principios (Happiness, Engagement, Adoption, Retention, Task Success), los cuales no son mandatorios, ya que su utilización completa o parcial puede variar de acuerdo a la naturaleza del proyecto [44].

Cada uno de los principios propuestos por HEART posee objetivos, instrumentos y métricas. Los principios que fueron utilizados para el desarrollo de este proyecto fueron: happiness, y task success. La Tabla 2.1 muestra los objetivos, instrumentos y métricas de los principios de HEART utilizados en este proyecto.

Tabla 2.1: Principios HEART utilizados.

Principio	Objetivo	Instrumento	Métricas	Prototipo
Happiness	Facilitar el acceso a las aplicaciones enfocadas a discapacidad motora	-Pruebas de Usabilidad -Encuesta	- Número de Interacciones (clics) - Grado de satisfacción del usuario	- Baja Fidelidad - Media Fidelidad - Alta Fidelidad
Task sucess	Establecer tareas a ser realizadas por el usuario dentro del catálogo digital	-Lista de tareas específicas	- Número de tareas completadas - Tiempo tomado en la realización de cada tarea	- Baja Fidelidad - Alta Fidelidad

2.1.1.2 Necesidades de los Involucrados

Segmentación de los Usuarios

A continuación se describen las funciones que cumplen los involucrados en el proyecto:

- **Usuarios:** Son aquellas personas que interactúan con el sistema para encontrar aplicaciones que satisfagan necesidades específicas en la realización de actividades profesionales, rehabilitación o cuidado. Las personas que interactúan como usuarios son: profesionales de terapia y rehabilitación, cuidadores que se desenvuelven en el ámbito de la discapacidad motora, o público en general.
- **Administradores del Sitio:** Son las personas encargadas de revisar, modificar y actualizar la información del catálogo digital.

Algunas necesidades de los involucrados fueron identificadas durante la evaluación de sitios web y catálogos existentes. Las características de los catálogos analizados, descritas en la sección 1.5.1, permitieron determinar algunas necesidades a satisfacer como: un parámetro de categorización de las aplicaciones, e información precisa de las aplicaciones.

Además, para representar las necesidades de un grupo de usuarios reales durante el proceso de diseño, se realizó la caracterización de personas, que se categorizan dentro de algún tipo de usuario. Al definir claramente un usuario objetivo por su nombre, su tipo e incluso sus actividades, es más fácil identificar especificaciones necesarias que deberán ser incluidas dentro un sistema [24]. La Tabla 2.2 muestra las características y necesidades de dos personas reales tomadas como muestra.

Tabla 2.2: Caracterización de usuarios potenciales.

Información	Persona1	Persona2
Usuario	Terapeuta	Terapeuta
Nombre	Vanessa Andino	Maria Victoria Orbe
Género	Femenino	Femenino
Ocupación	Terapeuta Físico	Terapeuta Ocupaciconal
Conocimiento Tecnológicos	Básico - Medio	Básico - Medio
Comportamiento	Predisposición a utilizar tecnología e interés por herramientas gratuitas que complementen sus actividades.	Predisposición a utilizar tecnología.

Información	Persona1	Persona2
Necesidad	Encontrar aplicaciones que sirvan como consulta rápida o cómo alternativa a equipos de evaluación física.	Encontrar aplicaciones que ayuden a las personas con limitaciones funcionales a recuperar su autonomía.
Dificultad	No saber que aplicación funciona de manera adecuada. La búsqueda de aplicaciones en las plataformas comerciales toma tiempo.	Hasta ahora, no había utilizado recursos tecnológicos para sus pacientes.

2.1.2 Alcance

Los objetivos de este plano son:

- ❒ Definir las especificaciones funcionales y componentes del Catálogo Digital se Software enfocado a Discapacidad Motora.
- ❒ Definir los requerimientos de contenido para el Catálogo Digital de Software enfocado a Discapacidad Motora.

Después de la observación y análisis de sitios existentes, se definieron requerimientos de funcionalidad y de contenido. Estos requerimientos posteriormente fueron desarrollados como componentes que ayudan a satisfacer las necesidades de los usuarios, así como a cumplir los objetivos del catálogo digital [43].

2.1.2.1 Especificaciones Funcionales

Las especificaciones funcionales parten de la redacción de requerimientos en forma de enunciados positivos, y que estén relacionados a una funcionalidad específica del catálogo digital [43].

La Tabla 2.3 muestra la lista inicial de requerimientos, que fue definida a partir de la evaluación de sitios web y catálogos, sin embargo, a lo largo del desarrollo del proyecto algunos requerimientos fueron modificados y otros fueron añadidos.

Tabla 2.3: Requerimientos del prototipo de baja fidelidad.

ID	Versión	Requerimiento	Enunciado
R1	1.0	Acceso	El sistema permitirá al usuario acceder directamenta a las aplicaciones.
R2	1.0	Descarga de aplicaciones	El sistema permitirá al usuario descargar directamente aplicaciones.
R3	1.0	Retroalimentación	El sistema permitirá al usuario dar una puntuación a las aplicaciones.
R4	1.0	Comentarios	El sistema permitirá a los usuarios realizar comentarios de las aplicaciones y responder comentarios realizados.
R5	1.0	Información de aplicación	El sistema permitirá a los usuarios visualizar la información de las aplicaciones.
R6	1.0	Historial de descargas	El sistema permitirá a los usuarios ver el registro de las descargas que hayan realizado.
R7	1.0	Navegación	El sistema permitirá a los usuarios acceder a cualquier categoría o sección del catálogo.
R8	1.0	Registro de usuarios	El sistema permitirá a los usuarios crear cuentas mediante un formulario de registro.
R9	1.0	Inicio de sesión	El sistema permitirá a los usuarios iniciar sesión mediante sus datos de autenticación.
R10	1.0	Búsqueda de aplicaciones	El sistema permitirá a los usuarios buscar aplicaciones.
R11	1.0	Historial de comentarios	El sistema permitirá a los usuarios registrados visualizar el historial de comentarios realizados.

Las pruebas de usabilidad realizadas durante las evaluaciones de los prototipos desarrollados, y la evaluación de las aplicaciones seleccionadas, permitieron identificar nuevos requerimientos, modificar los ya existentes y descartar requerimientos innecesarios para el cumplimiento de los objetivos del catálogo y de sus involucrados. La Tabla 2.4 muestra los requerimientos para el prototipo de alta fidelidad.

Tabla 2.4: Requerimientos del prototipo de alta fidelidad.

ID	Versión	Requerimiento	Enunciado
R1	1.1	Acceso	El sistema permitirá al usuario acceder a las aplicaciones desde el instante en que ingresa al catálogo.
R2	1.1	Descarga de aplicaciones	El sistema permitirá al usuario acceder a las páginas oficiales de descarga de aplicaciones de escritorio, acceder a la página de plataformas cómo AppStore y Play Store de aplicaciones móviles, y en el caso de aplicaciones web acceder directamente a su funcionamiento.

ID	Versión	Requerimiento	Enunciado
R3	1.0	Retroalimentación	El sistema permitirá al usuario dar una puntuación a las aplicaciones.
R4	1.0	Comentarios	El sistema permitirá a los usuarios registrados, realizar comentarios de las aplicaciones y responder comentarios realizados.
R5	1.0	Información de aplicación	El sistema permitirá a los usuarios visualizar la información de las aplicaciones.
R6	1.1	Historial de descargas	El sistema permitirá a los usuarios registrados visualizar la lista de las descargas que hayan realizado.
R7	1.0	Navegación	El sistema permitirá a los usuarios acceder a cualquier categoría o sección del catálogo.
R8	1.0	Registro de usuarios	El sistema permitirá a los usuarios crear cuentas mediante un formulario de registro.
R9	1.0	Inicio de sesión	El sistema permitirá a los usuarios iniciar sesión con su nombre de usuario y contraseña.
R10	1.0	Búsqueda de aplicaciones	El sistema permitirá a los usuarios buscar aplicaciones.
R11	1.0	Historial de comentarios	El sistema permitirá a los usuarios registrados visualizar el historial de comentarios realizados.
R12	1.0	Noticias y eventos	El sistema permitirá a los usuarios visualizar una lista de noticias y eventos relacionados con Discapacidad Motora.
R13	1.0	Restricción de contenido	El sistema permitirá acceder a las aplicaciones de uso profesional solo a usuarios que hayan iniciado sesión en su cuenta registrada, y que su tipo de usuario sea "Terapeuta".
R14	1.0	Registro de nuevas aplicaciones	El sistema permitirá al administrador del sitio ingresar nuevas aplicaciones con su información e imágenes.
R15	1.0	Gestión de comentarios	El sistema permitirá al administrador moderar la publicación de comentarios.
R16	1.0	Registro de noticias y eventos	El sistema permitirá al administrador ingresar nuevos eventos o noticias.

Las especificaciones funcionales del prototipo de alta fidelidad son las siguientes:

- **Acceso:** La lista de aplicaciones se muestra desde la página de inicio del catálogo digital.
- **Descarga de aplicaciones:** El botón de descarga cumple una función dependiendo del tipo de aplicación (móvil, escritorio o web), así: en aplicaciones web abre directamente el sitio en funcionamiento, en aplicaciones móviles direcciona a las plataformas como: AppStore o Play Store. Por último, en aplicaciones de escritorio direcciona a la página oficial de descarga del instalador.

- **Retroalimentación:** Los usuarios registrados podrán asignar a las aplicaciones una puntuación basada en una escala de cinco estrellas.
- **Comentarios:** Cada aplicación tendrá una sección de comentarios donde podrán añadir un nuevo comentario, o añadir respuestas a los comentarios existentes.
- **Información de aplicación:** Cada aplicación presentará información con respecto a su versión, plataforma, categoría, requisitos, número de accesos y descripción.
- **Historial de descargas:** Los usuarios registrados pueden visualizar en su perfil, las descargas realizadas con el detalle de la fecha y aplicación.
- **Navegación:** Las barras de navegación y de categorías serán elementos permanentes en la parte superior del catálogo.
- **Registro de usuarios:** Los usuarios podrán crear una cuenta mediante un formaulario de registro, en el cual ingresarán su información, el tipo de usuario, y sus datos para autenticación.
- **Inicio de sesión:** Los usuarios registrados podrán iniciar sesión mediante el ingreso de su nombre de usuario y contraseña.
- **Búsqueda de aplicaciones:** El catálogo presentará una barra de búsqueda en la parte superior de la pantalla de inicio.
- **Historial de comentarios:** Los usuarios registrados podrán visualizar en su perfil, los comentarios realizados con el detalle de la fecha en la que fueron ingresados.
- **Noticias y eventos:** Los usuarios podrán ingresar a la sección de noticias y eventos para visualizar información relevante con respecto a discapacidad motora.
- **Restricción de contenido:** Los usuarios podrán acceder completamente a las aplicaciones de la categoría "Herramientas para usos profesionales", solo si han iniciado sesión y su tipo de usuario es "Terapeuta".
- **Gestión de aplicaciones:** El usuario administrador podrá ingresar nuevas aplicaciones mediante un formulario y dar de baja aplicaciones previamente ingresadas.
- **Gestión de comentarios:** El usuario administrador podrá bloquear comentarios inadecuados.

- ❒ **Registro de Noticias y eventos:** El usuario administrador podrá ingresar eventos o noticias mediante un formulario.

2.1.2.2 Requerimientos de Contenido

La Tabla 2.5 muestra los requerimientos de contenido para el catálogo digital.

Tabla 2.5: Requerimientos de Contenido.

N	Requerimiento	Descripción	Modificación
1	Usuarios	Los usuarios poseen un perfil con la siguiente información: nombre, tipo de usuario, género y organización a la cuál pertenecen.	Usuario
2	Categorías	Cada categoría posee su imagen y descripción.	Administrador
3	Aplicaciones	Cada aplicación posee la siguiente información: nombre, tipo, descripción, fecha de ingreso, fecha de última actualización, última versión, valoración, número de accesos, plataforma, enlace de acceso, requerimientos de uso, imagen de logotipo, e imagenes de ejecución.	Administrador
4	Comentarios	Cada aplicación posee una sección de comentarios realizados por los usuarios.	Usuario - Administrador
5	Eventos/Noticias	Cada noticia posee la siguiente información: título, fecha de publicación, resumen de la publicación, y el enlace a la fuente original. Cada evento posee la siguiente información: título, lugar, fecha, hora, precio, descripción , y el enlace a la fuente original o sitio original.	Administrador

Las aplicaciones evaluadas que son parte del inventario de contenido del catálogo digital, se listan a continuación:

1. Valoración Postural Mugikon
2. HeptoGO
3. Orto Trauma
4. Ottobock
5. PTX Ejercicios Fisioterapia
6. Reumapp
7. Skills
8. ReHand
9. Índices de Dependencia
10. Ayudas para todos
11. Fisioterapia a tu alcance
16. Plaphoons
17. NeuroFit
18. Plaphoons Desktop
19. eViaCam
20. JAWS
21. EVA Facial Mouse
22. Bocciapp
23. Plafones
24. Mefacilyta Click
25. Caminos Accesibles
26. Daño Cerebral

12. Tremor Sense
13. Anatomy Learning 3D
14. Estiramiento Funcional
15. List Note
27. Neuro RHB
28. Catch My Pain
29. Stimulus
30. Recu Coach

2.1.3 Estructura

Los objetivos de este plano son:

- Definir la arquitectura de la información.
- Definir el diseño de la interacción.

2.1.3.1 Arquitectura de la Información

Para facilitar la comprensión del catálogo, se deben tomar decisiones involucradas con el proceso de suministrar y mostrar información a los usuarios [45]. Durante el proceso de desarrollo del proyecto las decisiones de estructuración del contenido variaron de acuerdo a las pruebas de usabilidad de los prototipos.

Estructura del Contenido

A continuación, se listan las secciones de la interfaz principal del catálogo.

- **Panel de Aplicaciones**: Muestra una colección de tarjetas con la imagen de la aplicación, su nombre, su categoría y la valoración vigente. Cada una de las aplicaciones mostradas posee una página en la que su información es detallada y el usuario puede acceder al software.

  El panel de aplicaciones muestra dos secciones: una de aplicaciones agregadas recientemente y la segunda con la totalidad de aplicaciones disponibles.

- **Barra de navegación**: Muestra el logotipo del catálogo y los enlaces a los componentes principales del sitio. Desde este punto el usuario puede dirigirse a la sección de noticias y eventos, registro de cuentas de usuario, ingreso y a la opción de Ayuda.

- **Barra de Categorización**: Muestra las categorías en las cuales han sido organizadas las aplicaciones del catálogo. Al ingresar a una categoría, se muestra una imagen representativa, su descripción y un panel con las aplicaciones disponibles.

Parámetro de Categorización

Durante el análisis de sitios web y catálogos existentes, se identificaron algunos parámetros de categorización utilizados. Además, durante la búsqueda de aplicaciones se pudieron realizar observaciones de dichos parámetros con respecto a este proyecto y a las aplicaciones encontradas:

- **Por tipo de Discapacidad:** En catálogos que no se enfocan a una discapacidad específica, las aplicaciones se organizan por tipo de discapacidad (intelectual, auditiva, visual, motora). Este parámetro no es aplicable, pues el proyecto se enfoca en discapacidad motora.
- **Por plataforma:** Las aplicaciones se organizan de acuerdo al entorno en el que pueden ser ejecutadas (web, móviles y desktop). Las aplicaciones analizadas muestran la plataforma como un atributo, mas no como un parámetro de clasificación.
- **Por funcionalidad:** Las aplicaciones se organizan de acuerdo a la función que cumplen (magnificadores de pantalla, sintetizadores de voz, entre otros). La mayoría de aplicaciones evaluadas se adaptan a este parámetro de categorización.
- **Por orden alfabético:** Las aplicaciones se organizan de acuerdo al nombre. Sin embargo, este parámetro dificulta el acceso a aplicaciones que carecen de un nombre descriptivo.
- **Por competencias para la vida:** Las aplicaciones se organizan de acuerdo al aspecto de la vida del usuario en la que serán utilizadas (educación, movilidad, entre otras). Algunas de las aplicaciones evaluadas pueden ser utilizadas en más de una competencia.

Para poder generar una categorización simple y que represente la gama de aplicaciones analizadas, se utilizó la clasificación de la CIF. Esta establece que las tecnologías asistivas pueden ser enmarcadas en los siguientes tipos: herramientas de comunicación alternativa, rampas digitales y acceso al computador, herramientas de autocuidado y herramientas de movilidad [6]. A estas categorías se añadieron dos adicionales: herramientas de uso profesional, y aplicaciones de entretenimiento y concientización.

La Figura 2.1 muestra el mapa de navegación del catálogo digital, con el detalle del número de interacciones necesarias para llegar a una sección o a una aplicación.

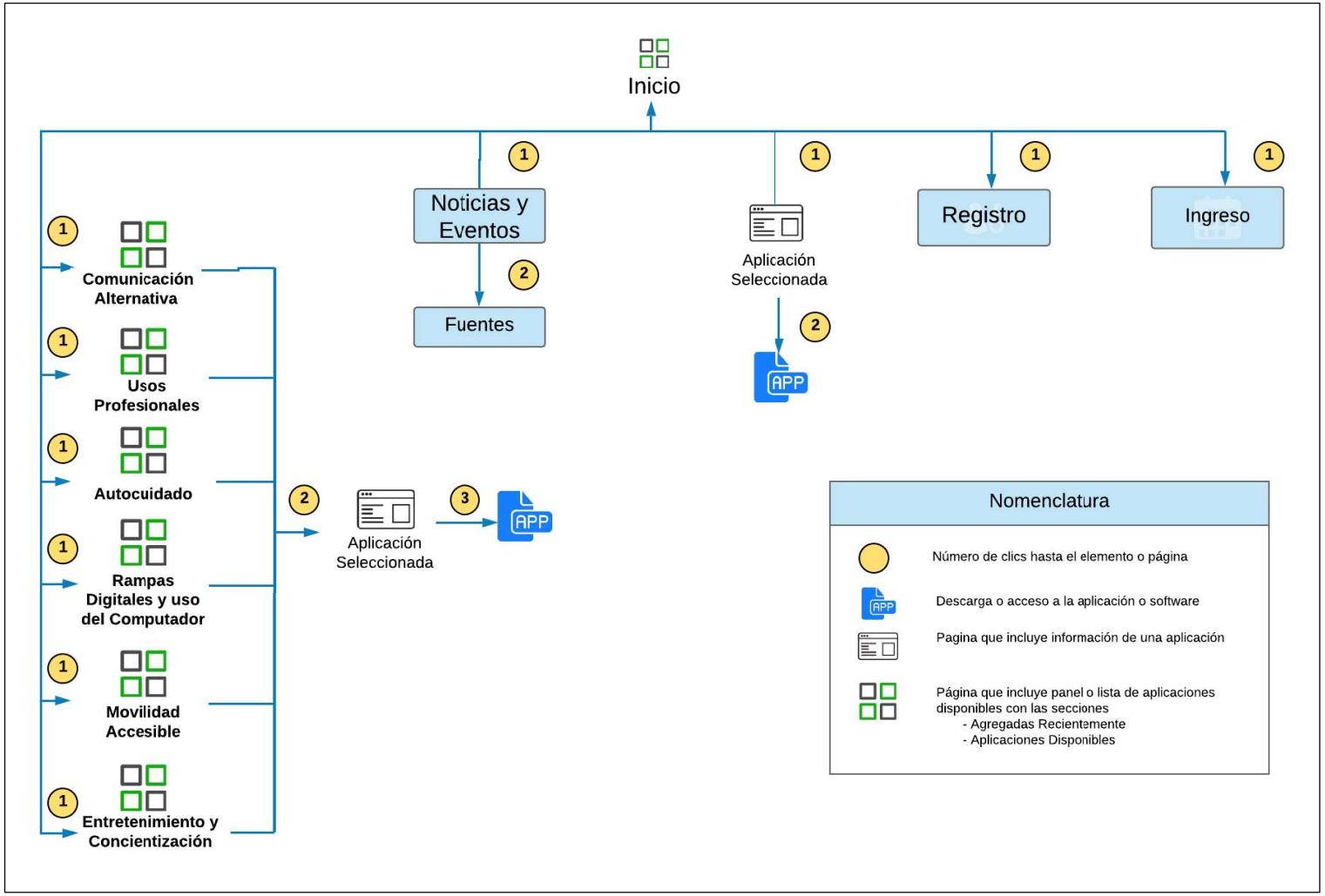


Figura 2.1: Mapa de navegación del catálogo digital.

2.1.3.2 Diseño de la Interacción

En el diseño de interacción se tomaron decisiones que faciliten la utilización del sitio, y se implementaron algunas medidas para prevenir errores que se generen a partir de la interacción de los usuarios con el catálogo digital.

- **Palabras:** Se utilizaron palabras sencillas de entender para los usuarios.
- **Representaciones Visuales:** Se evitó el uso de gráficos, ilustraciones e íconos con fines exclusivamente decorativos. Por lo tanto, los gráficos añadidos solo cumplen la función de mejorar la comprensión de la funcionalidad por parte del usuario.
- **Simplicidad:** La cantidad de opciones de cada sección no es excesiva, pues mientras más opciones se presente a los usuarios, más tiempo se tardarán en tomar decisiones de navegación.
- **Retroalimentación oportuna:** Cuando el usuario realiza alguna acción, el sitio le hace saber si la operación fue exitosa o si existieron errores.

Manejo de Errores

Los errores se pueden originar a partir de acciones inconscientes de los usuarios, o a percepciones incorrectas del sitio por parte de los usuarios [24]. Las medidas que se tomaron para el manejo de errores son las siguientes:

- Mostrar mensajes de error cuando se han llenado formularios con formatos de entrada incorrectos.
- Cuando la acción a realizar tiene afectación sobre los datos, se despliegan mensajes de confirmación antes de ejecutar operaciones permanentes, por ejemplo, al eliminar aplicaciones, o al bloquear comentarios inadecuados.
- En cuanto a la restricción de funcionalidad, como publicación de comentarios sin haber ingresado a una cuenta. Se presentan “tooltips" o mensajes de aviso de las condiciones previas para que una funcionalidad se lleve a cabo.

La Figura 2.2 muestra ejemplos de mensajes de prevención de errores utilizados en el catálogo digital.

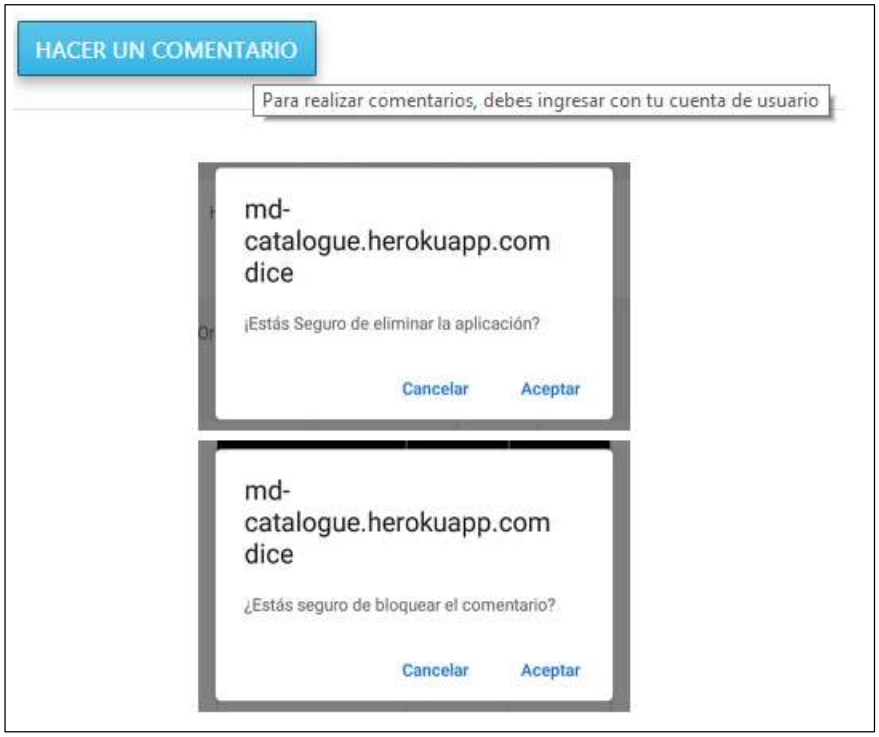


Figura 2.2: Medidas para manejo de errores.

2.1.4 Esqueleto

Los objetivos de este plano son:

- ❒ Diseñar un prototipo rápido que permita probar los flujos de interacción.
- ❒ Diseñar las interfaces del Catálogo Digital de software enfocado a Discapacidad Motora.

2.1.4.1 Prototipo rápido para pruebas de navegabildad

Para probar la navegabilidad, y facilidad de utilización del catálogo, se utilizó el framework Bootstrap [27], junto con lenguajes de front end. Se desarrolló un prototipo de Media fidelidad descrito en la sección 2.2.2. Las evaluaciones sobre este prototipo ayudaron a detectar elementos que no son necesarios y dificultan la satisfacción de necesidades de los usuarios y el cumplimiento de los objetivos del sitio.

2.1.4.2 Diseño de las interfaces

El diseño de las interfaces se realizó utilizando dos frameworks. En el prototipo de media fidelidad, se utilizó Bootstrap, y en el prototipo de alta fidelidad se utilizó MDBootstrap para agregar las características de Material Design que ayuden a producir en el usuario la distinción de profundidad entre los diferentes elementos de cada pantalla. Ambos frameworks permitieron realizar interfaces que se adaptan a las dimensiones del dispositivo o que responden al diseño responsive.

La Figura 2.3 muestra las interfaces responsive del prototipo de media fidelidad y del prototipo de alta fidelidad. Durante el diseño de interfaces y el acomodo de elementos en pantalla, se buscó simplicidad y facilidad de comprensión del sitio.

Figura 2.3: Vista Responsive Media fidelidad - Alta Fidelidad.

2.1.5 Superficie

Los objetivos de este plano son:

- ❒ Dotar de un diseño visual a la interfaz gráfica del catálogo digital.
- ❒ Implementar pautas de accesibilidad al catálogo digital.
- ❒ Dotar de identidad organizacional al catálogo digital.

2.1.5.1 Diseño Visual

Una vez comprobados el flujo de interacción y el acomodo de los componentes en pantalla, se definen los estilos visuales de todas las pantallas o secciones del sitio, asegurando consistencia y uniformidad en todo momento [24].

Diseño Sensorial

Cada uno de los componentes debe dar al usuario la sensación de significado, interpretación y enfoque. Para lograr esto, se utilizó MDBootstrap, que brinda las siguientes ventajas de Material Design [46]:

- ❒ Los bordes, superficies y profundidad de sus elementos crean en el usuario la sensación de jerarquía.
- ❒ Los movimientos y animaciones que provee sirven para captar la atención del usuario sobre elementos específicos de la interfaz.
- ❒ Los estilos estandarizados o unificados dan al usuario la comodidad de navegar dentro del catálogo sin cambios bruscos de diseño.

Contraste y Uniformidad

Para establecer una gama de colores equilibrada y cuyas combinaciones no sean estridentes a los sentidos del usuario, se utilizó la herramienta Color Tool de Material Design. La Figura 2.4 muestra la gama de colores utilizada en el catálogo digital. La herramienta también proporciona la relación de contraste más adecuada entre colores y fuentes para cumplir con pautas de accesibilidad.

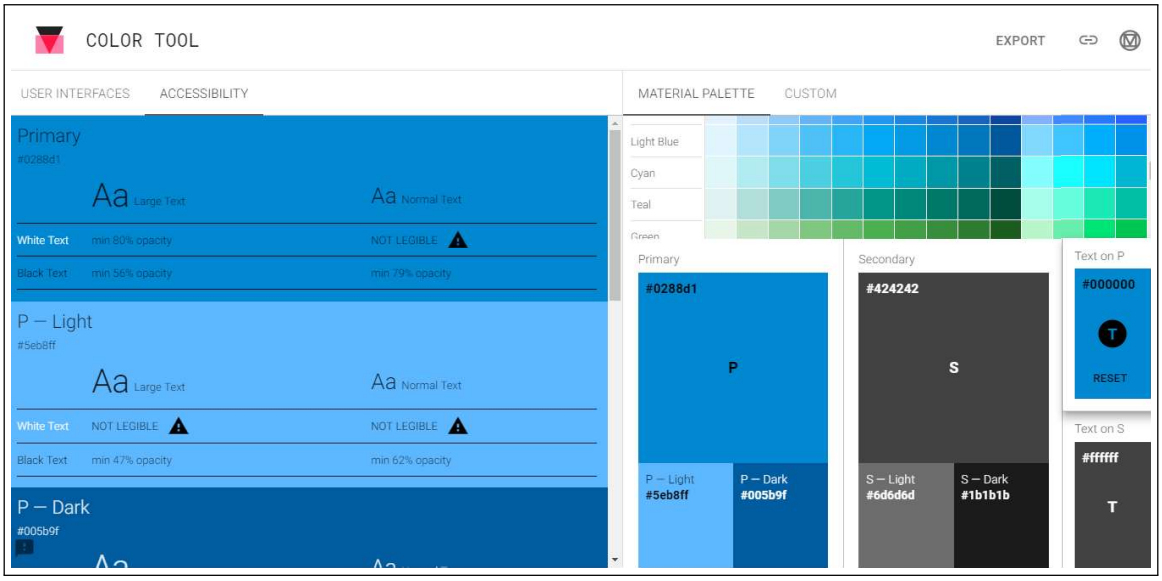


Figura 2.4: Generación de paletas de colores - Color Tool.

2.1.5.2 Accesibilidad

Para dotar de características de accesibilidad al sitio, se utilizó como referencia el estándar Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.1), el cual propone 4 principios fundamentales (Perceptibilidad, Operabilidad, Comprensibilidad, Robustez) [47]. En el catálogo digital se implementaron algunas pautas o recomendaciones que se listan a continuación:

- **Perceptibilidad:** Los componentes de la interfaz deben ser percibidos por los usuarios. La pauta tomada en cuenta fue:
  Distinguibilidad: Se utilizó Material Design y la selección adecuada de combinaciones, contrastes y tipografía.

- **Operabilidad**: Los componentes de la interfaz deben ser operables. Las pautas tomadas en cuenta fueron:
  Navegabilidad: Se definieron las barras de navegación de secciones y navegación de categorías, como elementos permanentes dentro de cualquier interfaz del catálogo.
  Tiempo Suficiente: Se asignó el tiempo de tres segundos para que los usuarios puedan leer mensajes de error o advertencia.

- **Comprensibilidad**: La información y el manejo de la interfaz deben ser comprensibles. La pauta tomada en cuenta fue:
  Entrada de datos asistida: En las secciones en las que se solicita ingreso de infor-

mación mediante formularios, se indica el formato aceptado de cada entrada, y los mensajes en caso de error indican el formato correcto que debió ser ingresado.

- **Robustez**: El contenido debe poder ser interpretado por una variedad adecuada de aplicaciones de usuario. La pauta tomada en cuenta fue:
  Compatibilidad: Las herramientas de desarrollo utilizadas ayudaron a que el sitio pueda funcionar de manera adecuada en los navegadores: Chrome, Firefox y Opera.

2.1.5.3 Identidad Organizacional del Catálogo Digital

Para dotar de identidad al catálogo digital, se diseño una marca combinada, es decir, una combinación texto-imagen, que produce en el usuario la interpretación de la funcionalidad del sitio. La Figura 2.5 muestra el logotipo del catálogo digital, donde la parte gráfica está compuesta por un usuario de silla de ruedas, una persona de pie y un elemento en común que ambos alcanzan con sus manos. Este elemento representa el conjunto de recursos tecnológicos del catálogo digital. Por otra parte, el texto es (Catálogo de Software Discapacidad Motora).

Figura 2.5: Logotipo del Catálogo.

2.2 DESARROLLO DE PROTOTIPOS

2.2.1 Prototipo de Baja fidelidad

El desarrollo del prototipo de baja fidelidad implicó la realización de Mock-ups de las vistas del catálogo digital, los cuales fueron diseñados en la herramienta Balsamiq [25]. Los Mock-ups son representaciones visuales básicas de la interfaz, que sugieren su estructura y las relaciones entre las diferentes vistas [21]. Esta primera propuesta ayudó a identificar nuevos requerimientos e inquietudes que no habían sido tomadas en cuenta desde el principio del proyecto, y a identificar los elementos de mayor importancia dentro de las vistas.

A partir del desarrollo de estas vistas no funcionales, se pretende reducir el número de interacciones realizadas por el usuario antes de llegar a una sección objetivo del catálogo, o a una aplicación determinada. Los Mock-ups para pantallas convencionales de computador y para pantallas de dispositivos móviles se pueden observar en el Anexo 6.2.1.

Mock-up Interfaz de Inicio

La interfaz de inicio permite al usuario acceder a las aplicaciones disponibles desde el instante en que ingresa al catálogo. En la Figura 2.6 se muestra la vista de inicio, cuyos elementos principales son: la barras de navegación con botones que dirigen a la página de aplicaciones y a la sección de noticias, la barra de categorías, el panel de aplicaciones con dos subsecciones, los botones de acceso al perfil de usuario, al registro de nuevos usuarios y a una opción de ayuda, y el logotipo del catálogo digital en la parte superior izquierda de la pantalla.

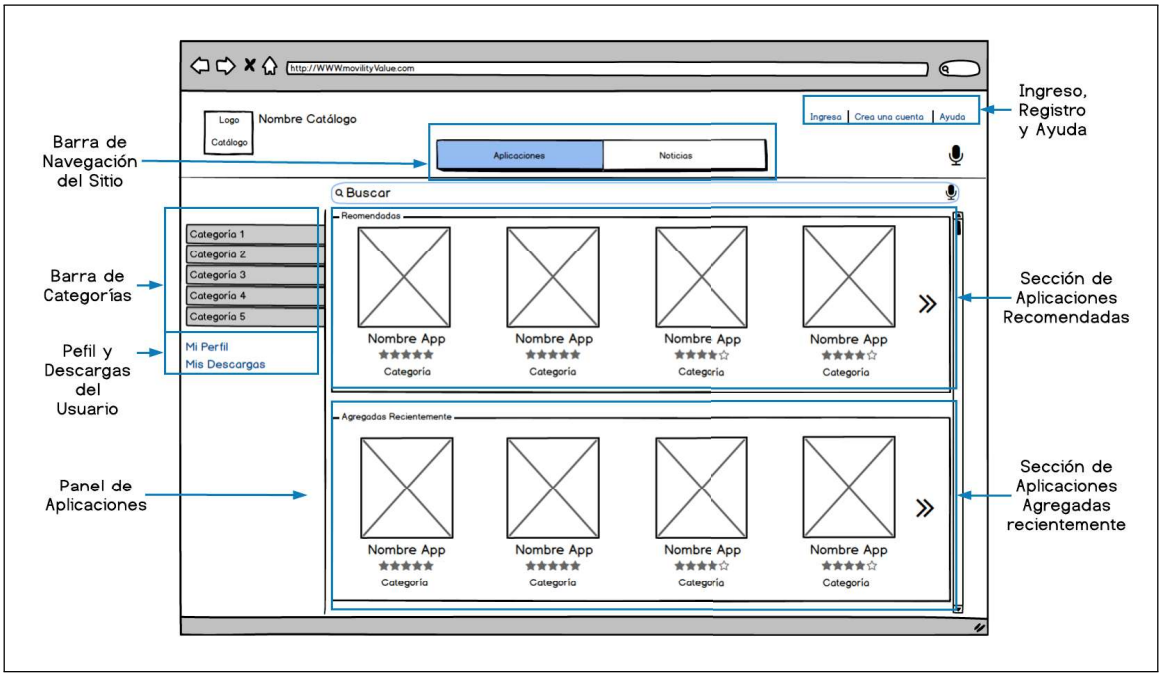


Figura 2.6: Mock-up Interfaz de Inicio.

Mock-up Interfaz de Aplicación

La Figura 2.7 muestra el mock-up de la interfaz de aplicación, cuyos elementos principales son los siguientes: logotipo de la aplicación, información de la aplicación (nombre, categoría, puntuación, requisitos y numero de descargas), una galería de imágenes del software en

ejecución, una sección de comentarios y respuestas, y el botón de acceso o descarga del software.

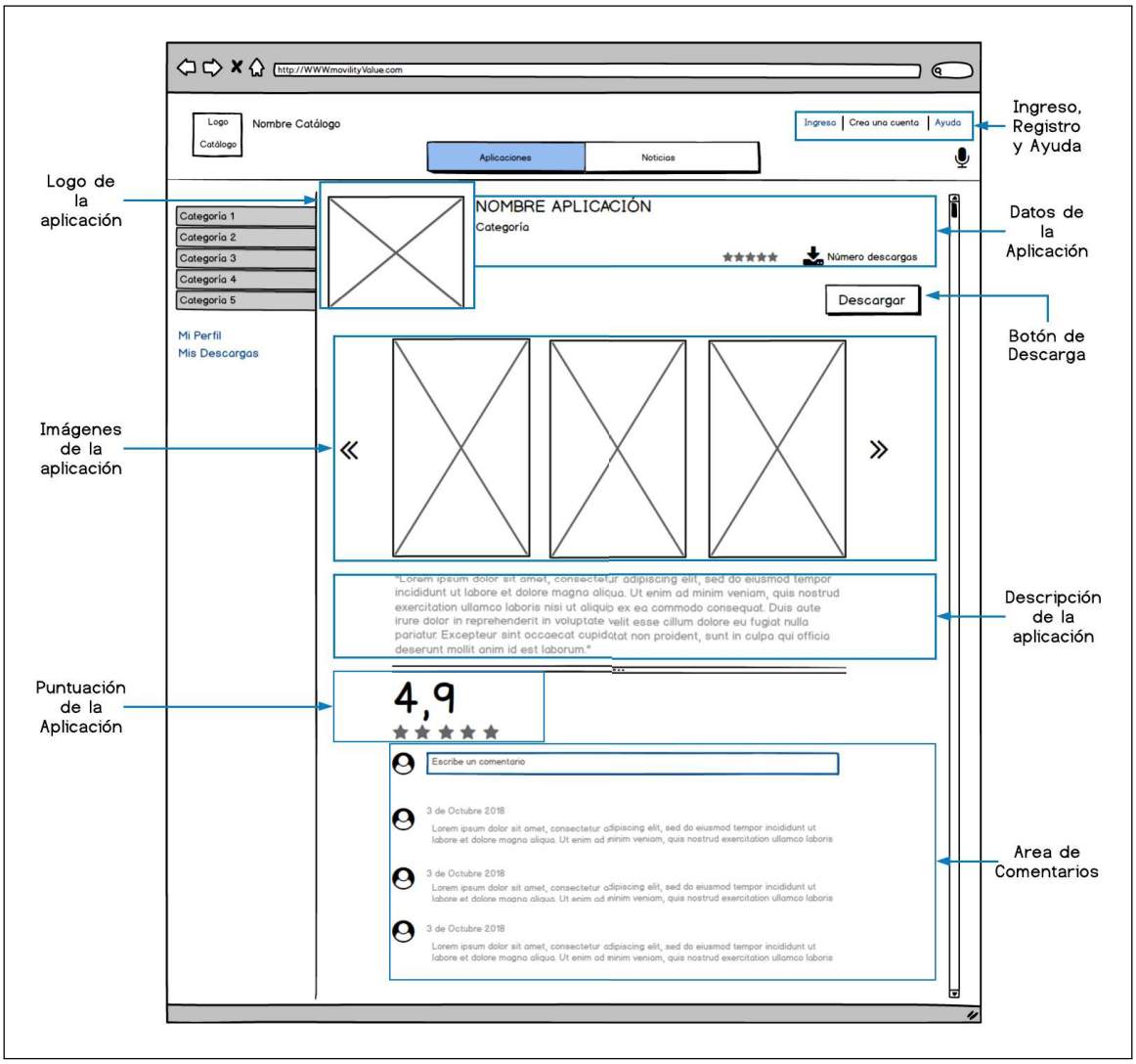


Figura 2.7: Mock-up Interfaz de Aplicación Seleccionada.

Mock-up Interfaz de Perfil de Usuario

La Figura 2.8 muestra el mock-up de la interfaz del perfil de usuario. Los elementos de esta vista son: la fotografía del usuario, la información personal del usuario (nombre, tipo y correo electrónico), descripción o presentación del usuario, sección de sus descargas realizadas con la fecha de la descarga y la aplicación que fue descargada, y una sección de comentarios realizados con la fecha en la que fueron realizados y la aplicación en la cual fueron publicados.

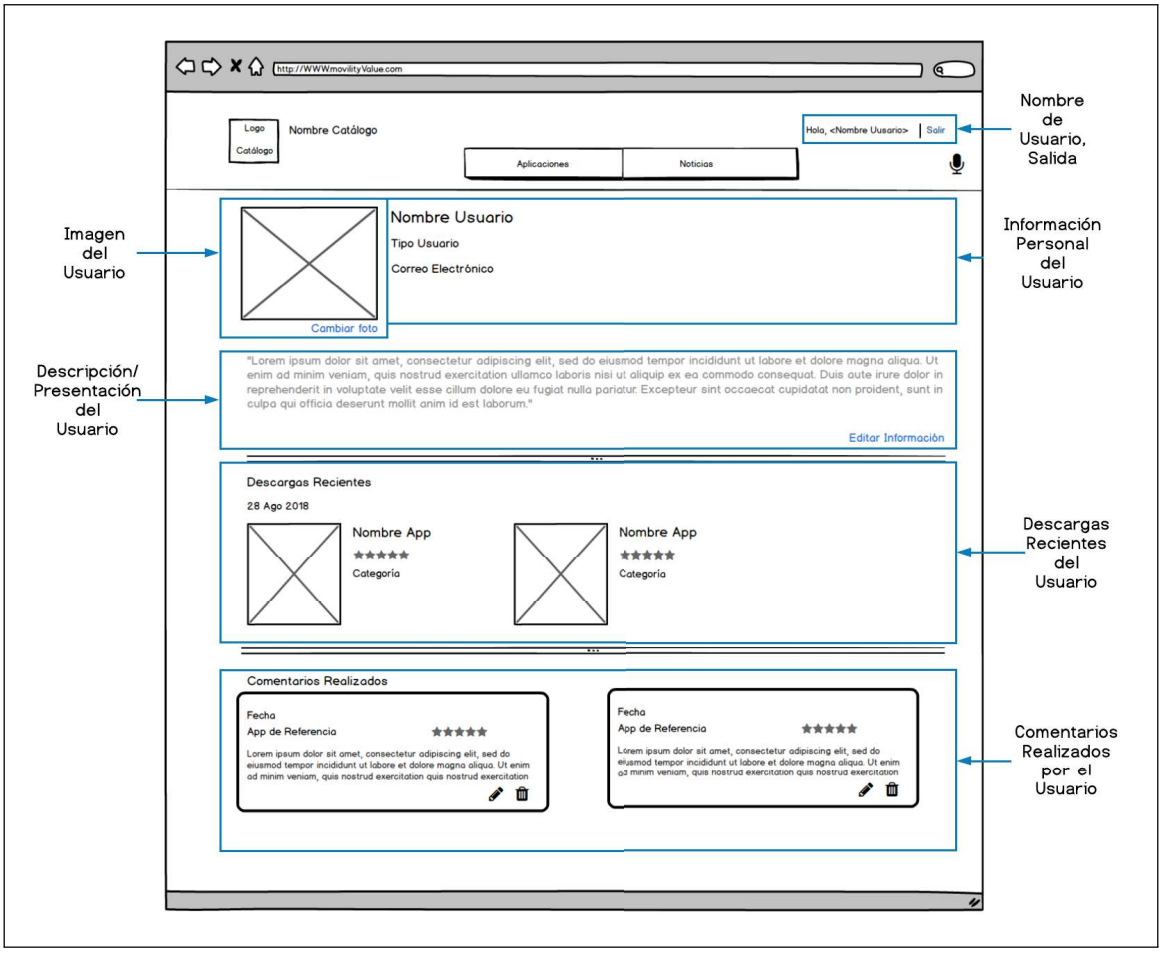


Figura 2.8: Mock-up Interfaz de Perfil de Usuario.

Mock-up Interfaz de Categoría

La Figura 2.9 muestra los siguientes elementos de la interfaz de categoría: la descripción de la categoría seleccionada y la sección de aplicaciones con una subsección de software agregado recientemente. Algunas secciones como la barra de navegación y categorías son comunes en varias vistas, para reducir el número de interacciones del usuario al acceder a una aplicación determinada.

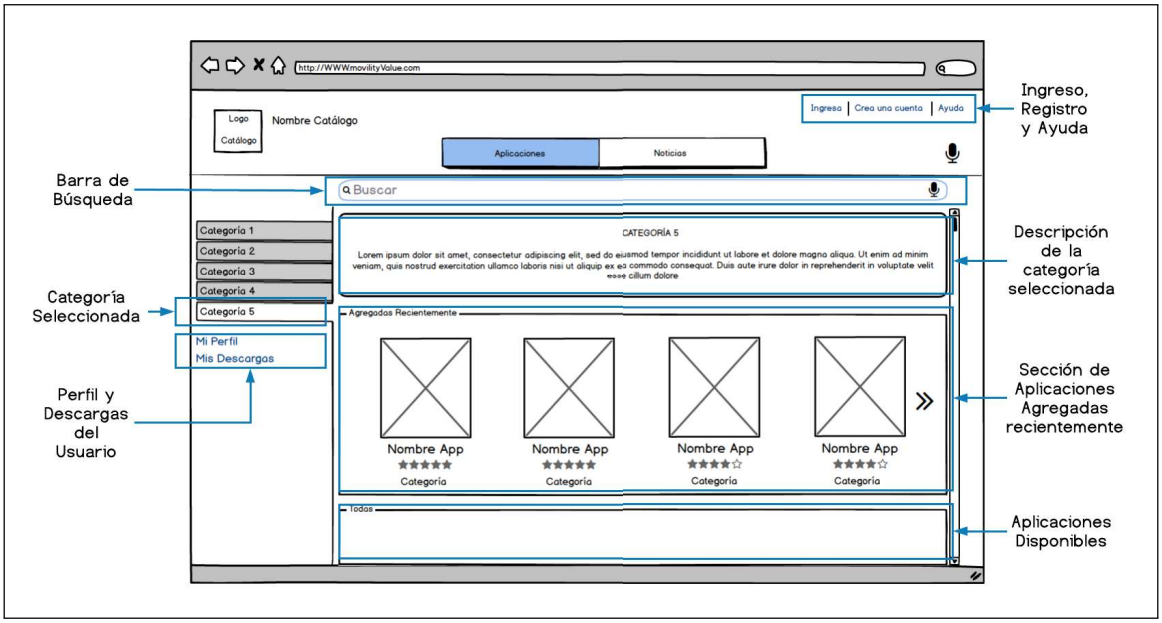


Figura 2.9: Mock-up Interfaz de Categoría.

2.2.2 Prototipo de Media fidelidad

El prototipo de media fidelidad fue diseñado utilizando lenguajes de front end con la finalidad de crear una representación navegable del catálogo digital. Los botones que conducían a las secciones de aplicaciones, registro, cuenta y categoría fueron funcionales. Además, se propuso un mecanismo de navegación por reconocimiento de voz mediante la pronunciación de las siguientes palabras de ejemplo: “aplicaciones", “ayudas técnicas", “registro", y “test postural". Al pronunciar una de las palabras, el usuario pudo dirigirse a las secciones correspondientes.

El diseño de las pantallas del prototipo se realizó utilizando el framework Bootstrap [27], y la navegación por voz se implementó utilizando JQuery [28], librería multiplataforma que permitió acceder y manipular los elementos HTML de las interfaces. La Figura 2.10 muestra el diseño responsive del prototipo, el cual fue realizado utilizando la herramienta Mobile Responsive Web Design Tester para simular dimensiones de un dispositivo móvil.

Este prototipo incluyó información real de una aplicación, una primera opción de logotipo, y una propuesta de parámetro de categorización.

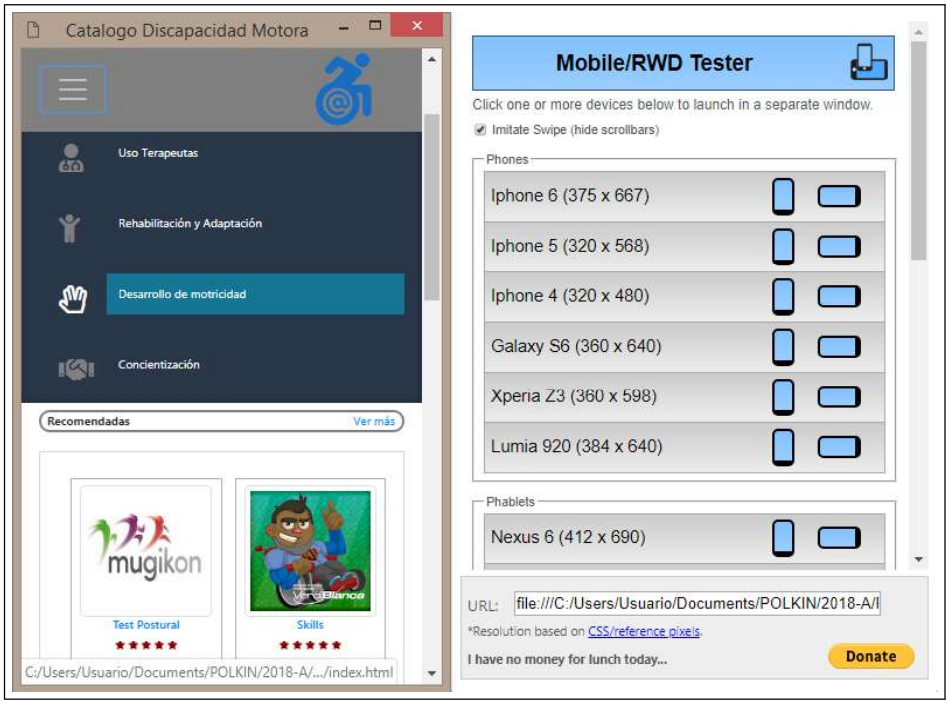


Figura 2.10: vista responsive del Prototipo de Media Fidelidad.

Interfaz de Inicio

La Figura 2.11 muestra la interfaz de inicio. Los elementos principales son la barra de categorías, la barra de navegación y el panel de aplicaciones.

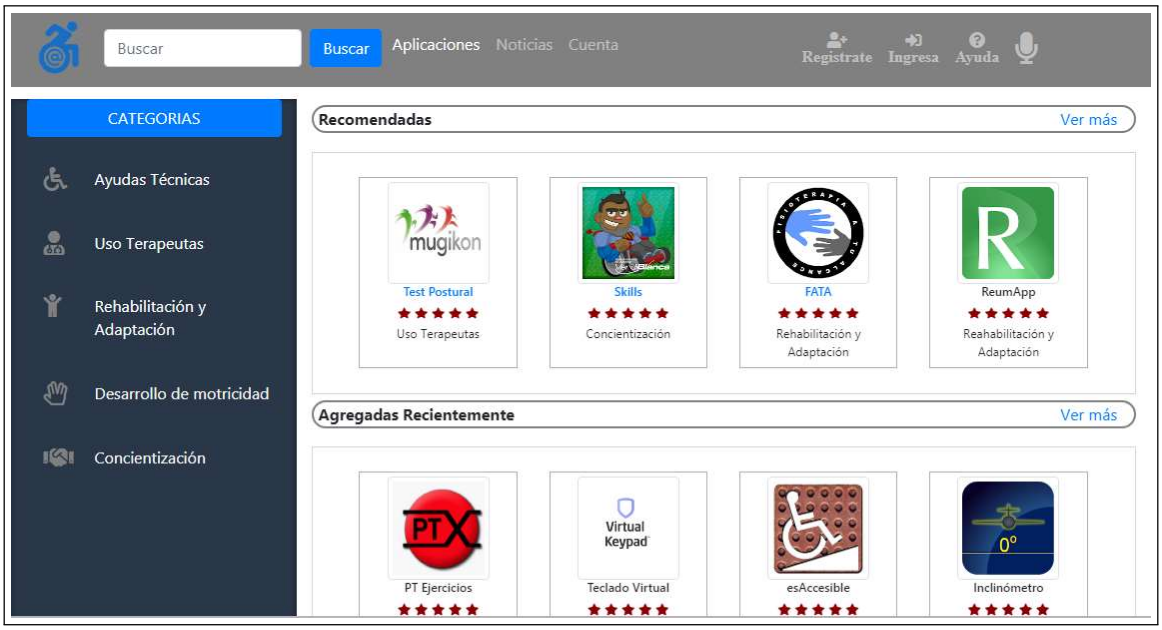


Figura 2.11: Media Fidelidad - Interfaz de Inicio.

Interfaz de Categoría

La Figura 2.12 muestra la interfaz de categoría. Esta vista incluye la descripción de la categoría seleccionada, y el panel de aplicaciones con una subsección de aplicaciones agregadas recientemente. Esta interfaz también permite acceder a las categorías y a las otras secciones del catálogo directamente, ya que la barra de navegación y categorías son elementos permanentes en varias secciones del prototipo.

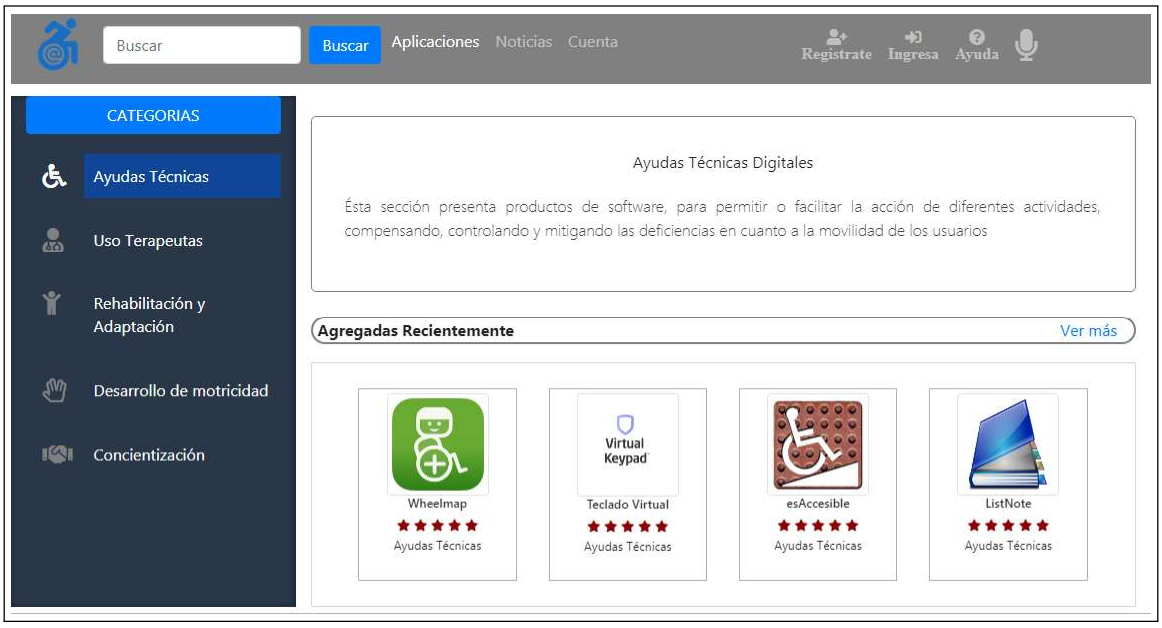


Figura 2.12: Media Fidelidad - Interfaz de Categoría.

Interfaz de Aplicación

La Figura 2.13 muestra la interfaz de aplicación seleccionada. En la parte superior se muestra el logotipo e información de la aplicación. La información de la aplicación es la siguiente: nombre, categoría, número de descargas, calificación, y descripción. Se presenta información adicional como el año en que fue desarrollada, país, sistemas operativos compatibles, prerrequisitos, organización a la que pertenece, nombre del desarrollador y la necesidad de registro. A continuación, se muestran imágenes de la aplicación en funcionamiento, y en la parte inferior de la pantalla se presenta una sección de comentarios en la que se pueden leer aquellos que han sido realizados.

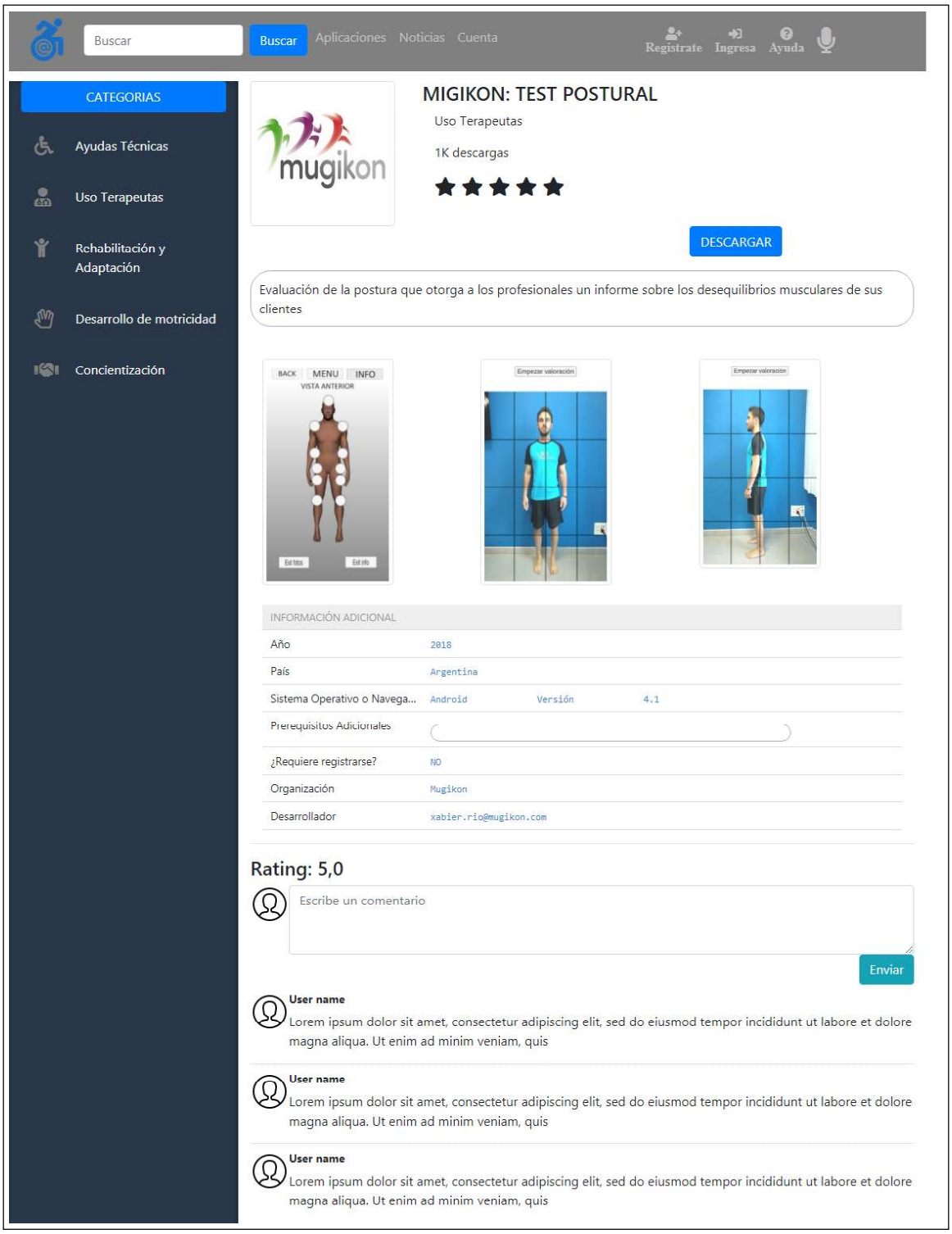


Figura 2.13: Media Fidelidad - Interfaz de Aplicación.

2.2.3 Prototipo de Alta fidelidad

En esta etapa del desarrollo, las consideraciones y observaciones encontradas en las evaluaciones de los prototipos de baja y media fidelidad, detalladas en las secciones 2.3.1 y 2.3.2, han sido tomadas en cuenta. El desarrollo del prototipo de alta fidelidad se llevó a cabo utilizando como entorno de desarrollo el stack MEAN(Mongo DB, Express, Angular, y NodeJs) [48], con la finalidad de utilizar JavaScript como lenguaje de programación tanto en el servidor como en el cliente.
También se utilizaron herramientas complementarias que ayudaron a cumplir los requerimientos funcionales planteados durante el desarrollo del proyecto. La aplicación fue enlazada a un repositorio remoto utilizando GitHub [37], donde los logs de cambios y versiones de cada uno de los archivos del proyecto se encuentran almacenados.

A continuación se describe detalladamente el desarrollo del prototipo de alta fidelidad:

2.2.3.1 BACK END

El back end del catálogo digital fue desarrollado utilizando MongoDB versión 4.0.6 como base de datos no relacional, para almacenar la información consumida y generada por el catálogo digital. Para que JavaScript pueda ser interpretado del lado del servidor, se utilizó el entorno de ejecución NodeJs versión 10.15.1. La escritura del servidor web, la generación de rutas, el desarrollo de métodos HTTP, y configuración de la comunicación se llevaron a cabo utilizando Express [31].

La estructura del entorno de desarrollo del servidor está conformada por modelos, controladores y rutas. Los modelos fueron utilizados para generar esquemas de datos de las colecciones que serían almacenadas en MongoDB. Los controladores fueron utilizados para crear métodos que actúan sobre la base de datos, utilizando JSON, como formato de intercambio de información. Las rutas se utilizaron para la formación de URLs que serían utilizadas para la comunicación con el cliente. La Figura 2.14 muestra la estructura de desarrollo del servidor con los modelos, sus controladores y rutas.

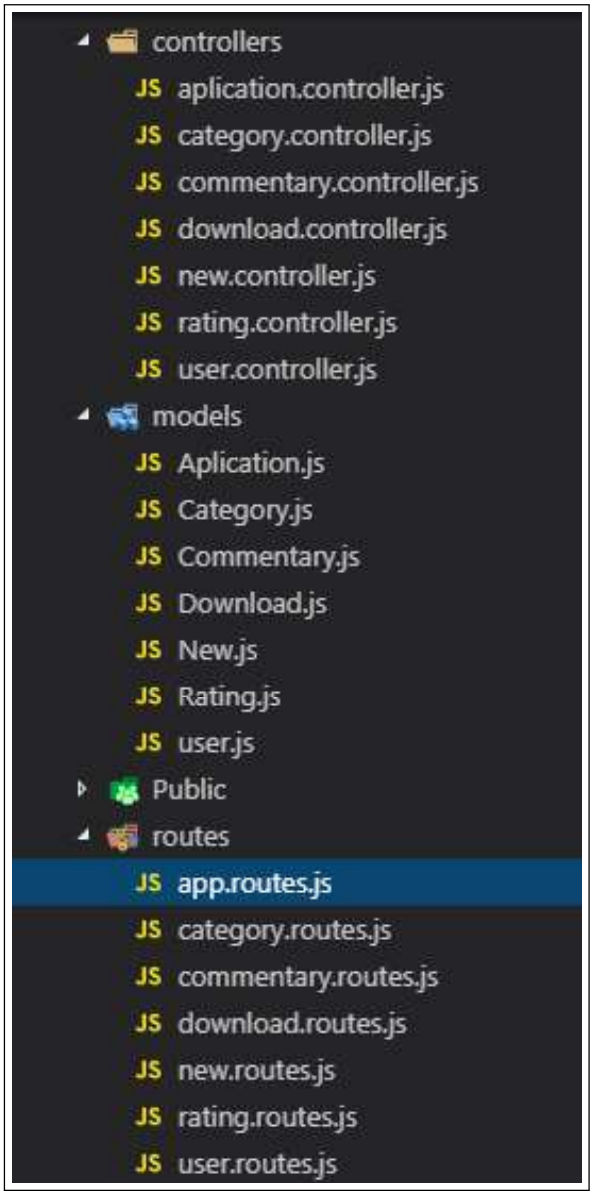


Figura 2.14: Estructura de desarrollo Back end.

Además, se utilizo Cloudinary [34] como gestor de archivos multimedia que se encargaría de almacenar imágenes consumidas y generadas por el catálogo digital. La llamada a imágenes del catálogo y el almacenamiento en esta herramienta se la llevó a cabo mediante una API que provee una cuenta creada para este proyecto. La Figura 2.15 muestra los recursos multimedia que fueron almacenados en Cloudinary.

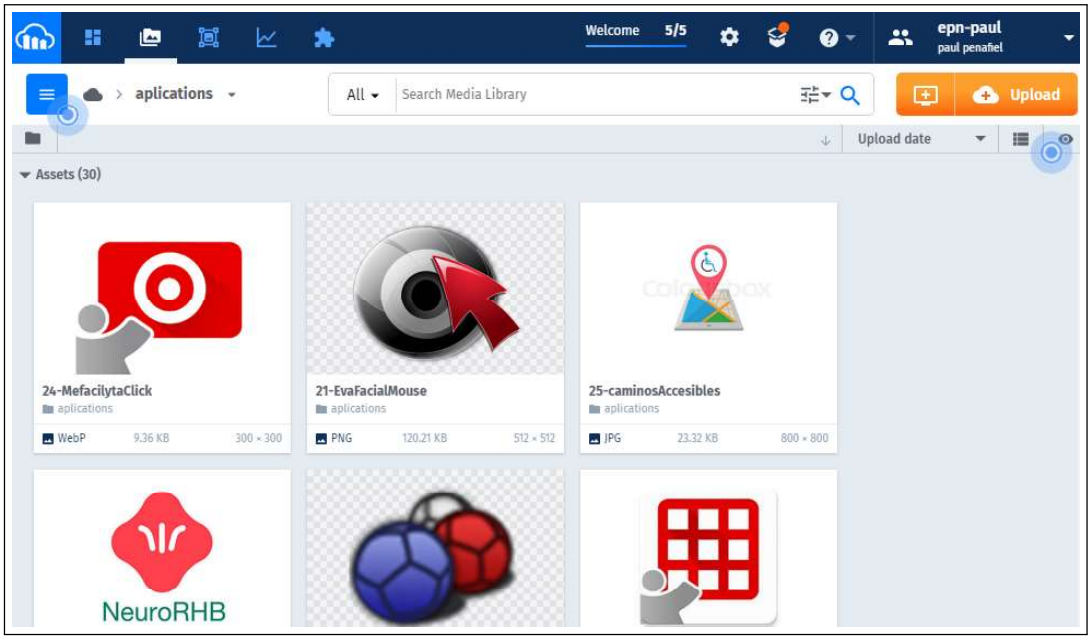


Figura 2.15: Gestor de recursos multimedia - Cloudinary

2.2.3.2 FRONT END

El front end fue desarrollado utilizando Angular versión 7.2.6 como entorno de desarrollo JavaScript y MDBootstrap para el diseño de las vistas y estilos. La estructura del entorno de desarrollo del front end está conformada por modelos, servicios y componentes. Los modelos utilizados facilitaron la manipulación de datos recibidos desde el servidor, ya que su estructura responde a la de los esquemas de datos que se utilizaron en MongoDB. Los componentes son partes lógicas de la aplicación que representan a una sección de la pantalla, haciendo de mediadores entre las vistas y las propiedades y métodos que controlan los datos [48].

La Figura 2.16 muestra los componentes creados para el desarrollo de la aplicación. Cada uno de los componentes creados cuenta con un documento html para construir la plantilla, una hoja de estilos y una clase TypeScript para definir propiedades y métodos.

La Figura 2.17 muestra la arquitectura general de la aplicación. La base de datos y el servidor interactúan mediante un driver. La inclusión de los modelos en la formación de Urls se llevó a cabo utilizando Express como middleware. En el cliente, los componentes consumen los métodos HTTP del servidor. Los componentes generan: vistas en base a plantillas y hojas de estilo, e interacción mediante métodos y propiedades. Posteriormente, las vistas

generadas son mostradas al usuario.

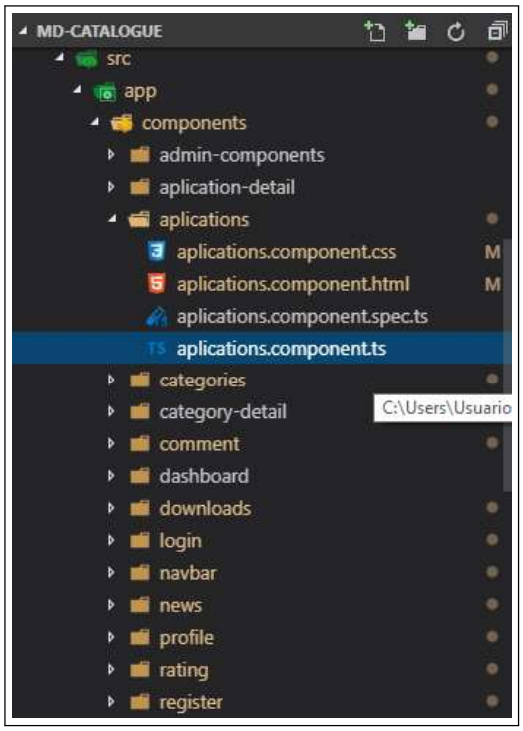


Figura 2.16: Componentes creados en el desarrollo front end.

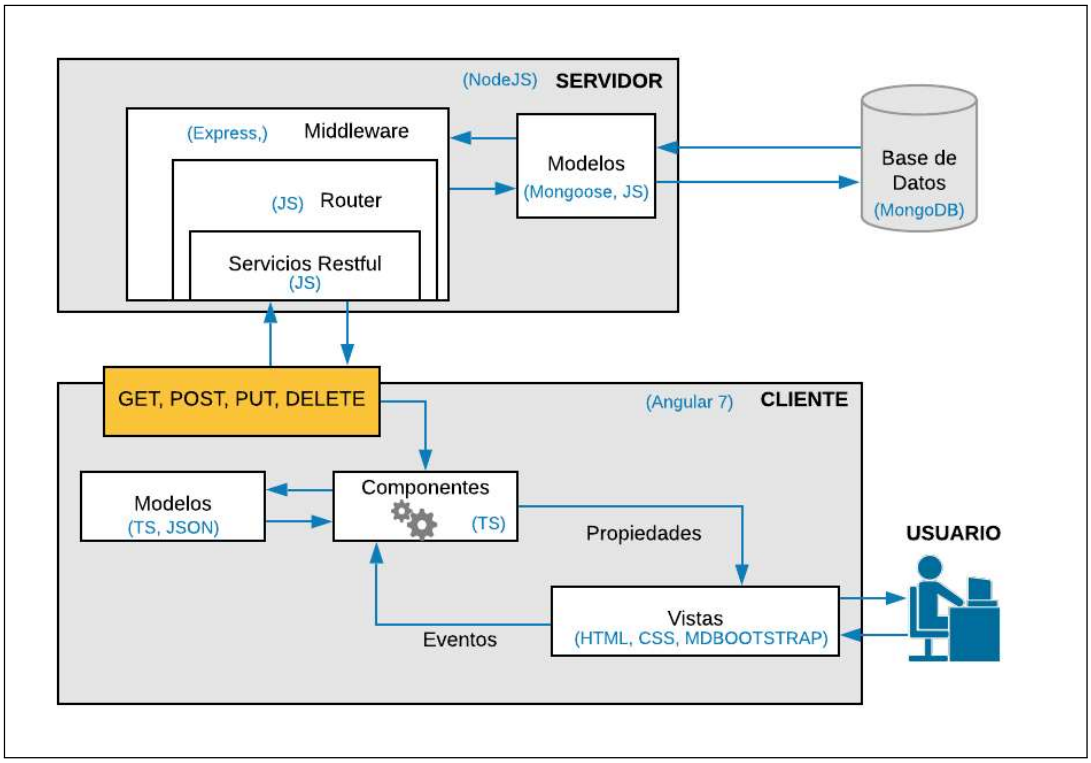


Figura 2.17: Arquitectura general del Prototipo de Alta Fidelidad.

Interfaz de Inicio

La Figura 2.18 muestra la tarjeta en la cual se presenta cada aplicación. Los elementos de la tarjeta son: el logotipo de la aplicación, el nombre de la aplicación, la puntuación promedio de la aplicación y un enlace a una ventana modal que muestra la descripción. De esta manera, los usuarios pueden ingresar a la página de la aplicación al presionar clic sobre el logo o el nombre, o visualizar su descripción al presionar el enlace "Ver descripción".

Figura 2.18: Prototipo de Alta Fidelidad - Tarjeta de Aplicación.

La Figura 2.19 muestra la interfaz de Inicio del catálogo. En la parte superior de la pantalla se muestran la barra de navegación del sitio y la barra de categorías, las cuales son elementos permanentes en todas las secciones del catálogo, por lo tanto, la cantidad de clics desde cualquier parte del catálogo hasta una aplicación determinada es tres o cuatro. El panel de búsqueda presenta una barra para ingresar cadenas de texto y encontrar aplicaciones. El panel de aplicaciones está formado por dos secciones: aplicaciones agregadas recientemente, y aplicaciones disponibles.

Interfaz de Categoría

La Figura 2.20 muestra los elementos de la interfaz de categoría. La vista contiene una imagen representativa del tipo de aplicaciones contenidas en la categoría, la descripción de la categoría, y un panel de aplicaciones con las secciones: aplicaciones agregadas recientemente, y aplicaciones disponibles.

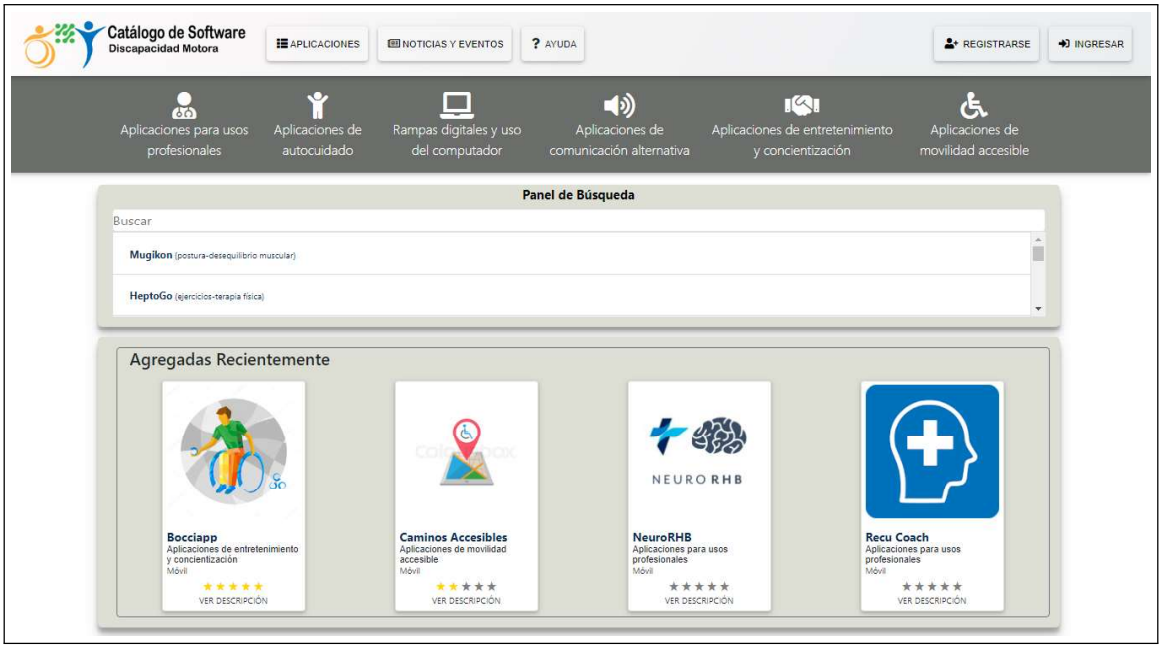


Figura 2.19: Prototipo de Alta Fidelidad - Interfaz de Inicio.

Figura 2.20: Prototipo de Alta Fidelidad - Interfaz de Categoría.

Interfaz de Aplicación

La Figura 2.21 muestra la interfaz de aplicación. En la parte superior se ubica el logotipo de la aplicación, su puntaje promedio, un botón para poder descargar o acceder a la aplicación, y la siguiente información: tipo, plataforma, requerimiento de registro, requerimiento de internet, versión actual, categoría, organización, desarrollador, fecha de ingreso, fecha de la última actualización, y el número de accesos.

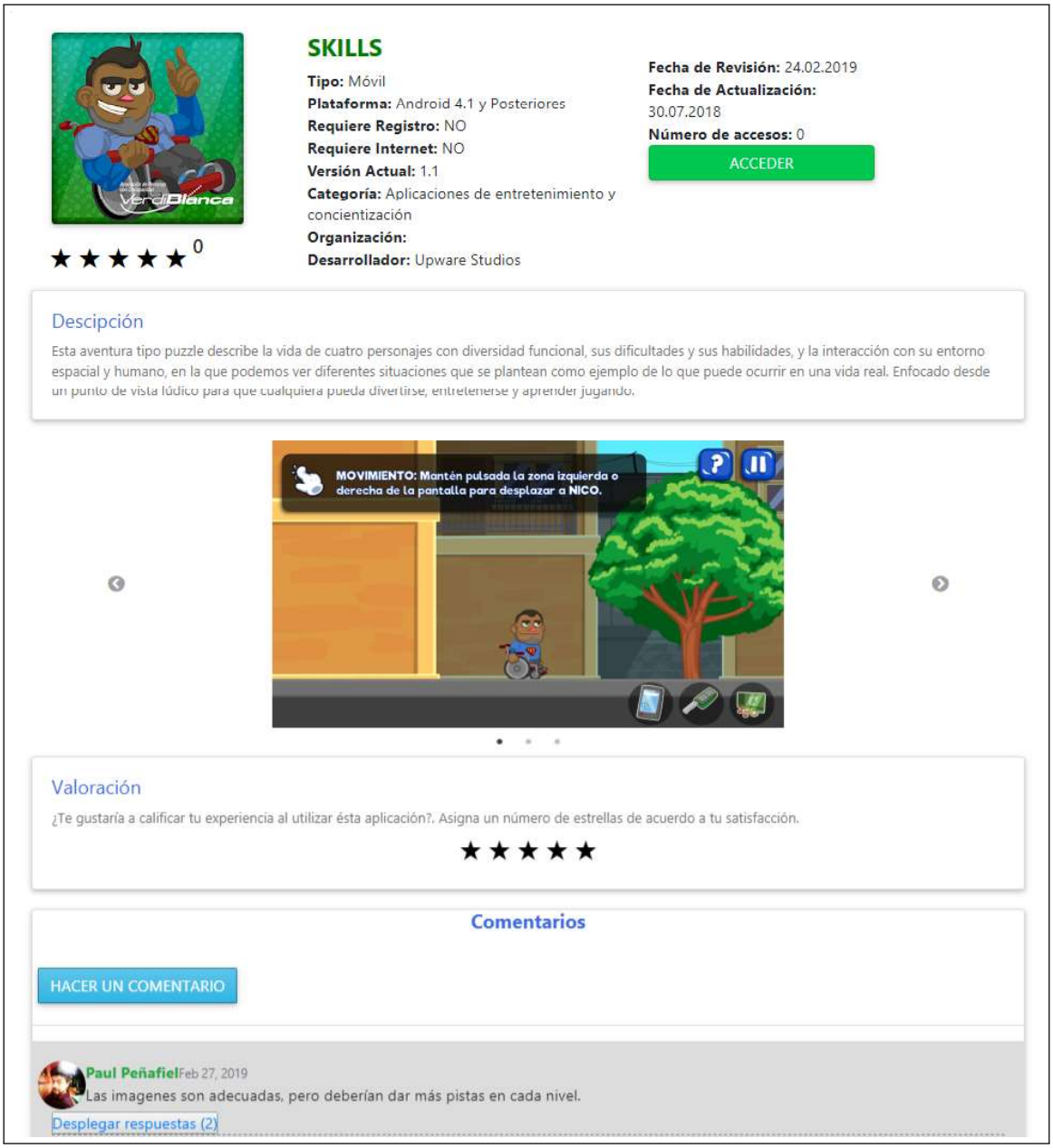


Figura 2.21: Prototipo de Alta Fidelidad - Interfaz de Aplicación.

A continuación, se muestra la descripción de la aplicación y una galería de imágenes de la utilización de la aplicación. En la parte inferior, se muestra una sección de valoración para asignar un puntaje de acuerdo a una escala de cinco estrellas, y una sección de comentarios y respuestas, donde se detalla la fecha en la que fueron publicados y el usuario que los realizó.

Interfaz de Perfil de Usuario

La Figura 2.22 muestra la interfaz de perfil de usuario. En la parte superior se ubican la fotografía del usuario o el avatar asignado por defecto, un botón para poder cambiar la fotografía del perfil y la siguiente información: nombre, tipo de usuario, organización, y género.

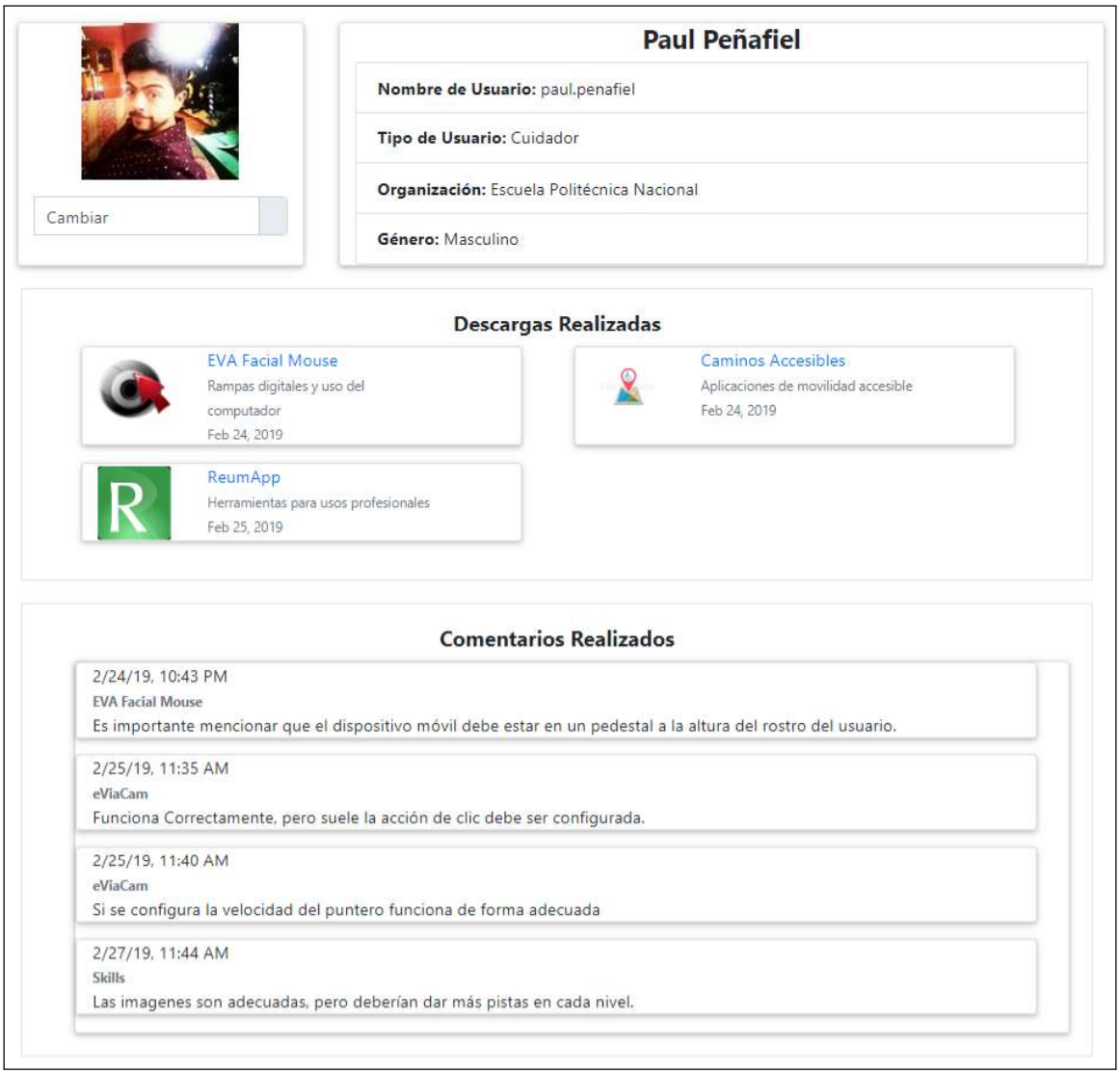


Figura 2.22: Prototipo de Alta Fidelidad - Interfaz de Perfil de Usuario.

A continuación, se muestra la sección de descargas realizadas con la fecha de acceso,

y nombre de la aplicación. En la parte inferior se encuentra la sección de comentarios realizados, con la fecha de publicación, el texto del comentario y el nombre de la aplicación en la que fue realizado.

Interfaz de Panel de Administración

La Figura 2.23 muestra el panel de administrador, que contiene 3 enlaces para las áreas que se pueden gestionar dentro del catálogo (Aplicaciones, Comentarios, Noticias y Eventos).

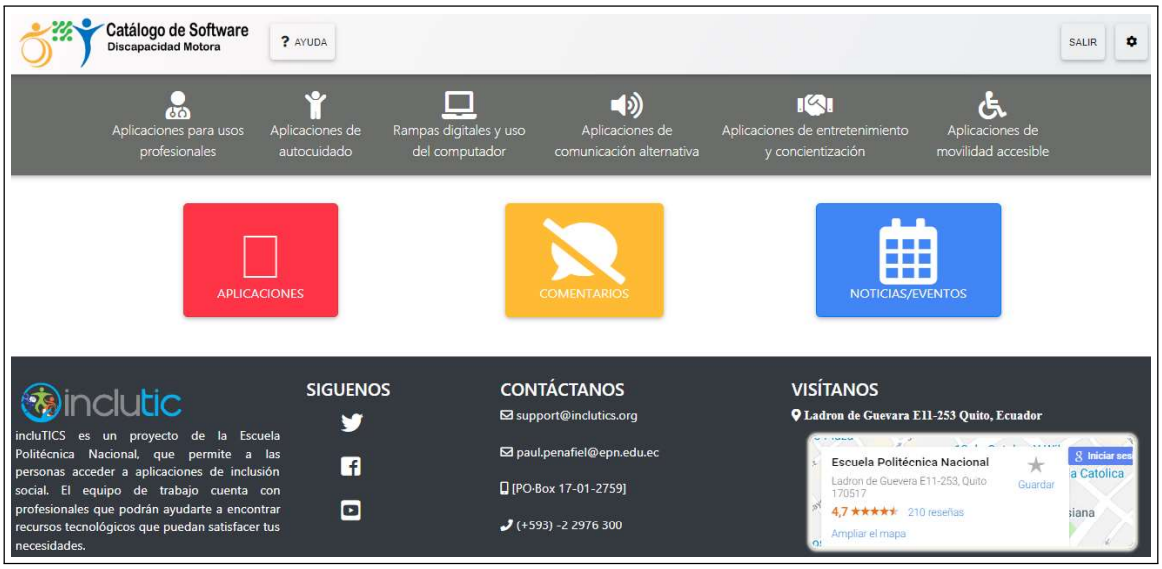


Figura 2.23: Prototipo de Alta Fidelidad - Interfaz Panel de Administrador.

Interfaz de Gestión de Aplicaciones

La Figura 2.24 muestra la interfaz para la administración de aplicaciones. En la parte lateral izquierda de la pantalla se muestra un formulario para el ingreso de nuevas aplicaciones. El formulario cuenta con un ejemplo del formato de ingreso de una aplicación, que se despliega en una pantalla modal. En la parte lateral izquierda se muestra una lista de las aplicaciones existentes. Cada aplicación de la lista posee un botón para darla de baja.

Interfaz de Gestión de Comentarios

La Figura 2.25 muestra la pantalla para la administración de comentarios. Esta sección contiene una lista de los comentarios realizados, la fecha de ingreso, el usuario que los realizó y el nombre de la aplicación en la que fueron publicados. Cada comentario de la lista contiene botones para realizar acciones de bloqueo y publicación, con la finalidad de moderar contenido inapropiado.

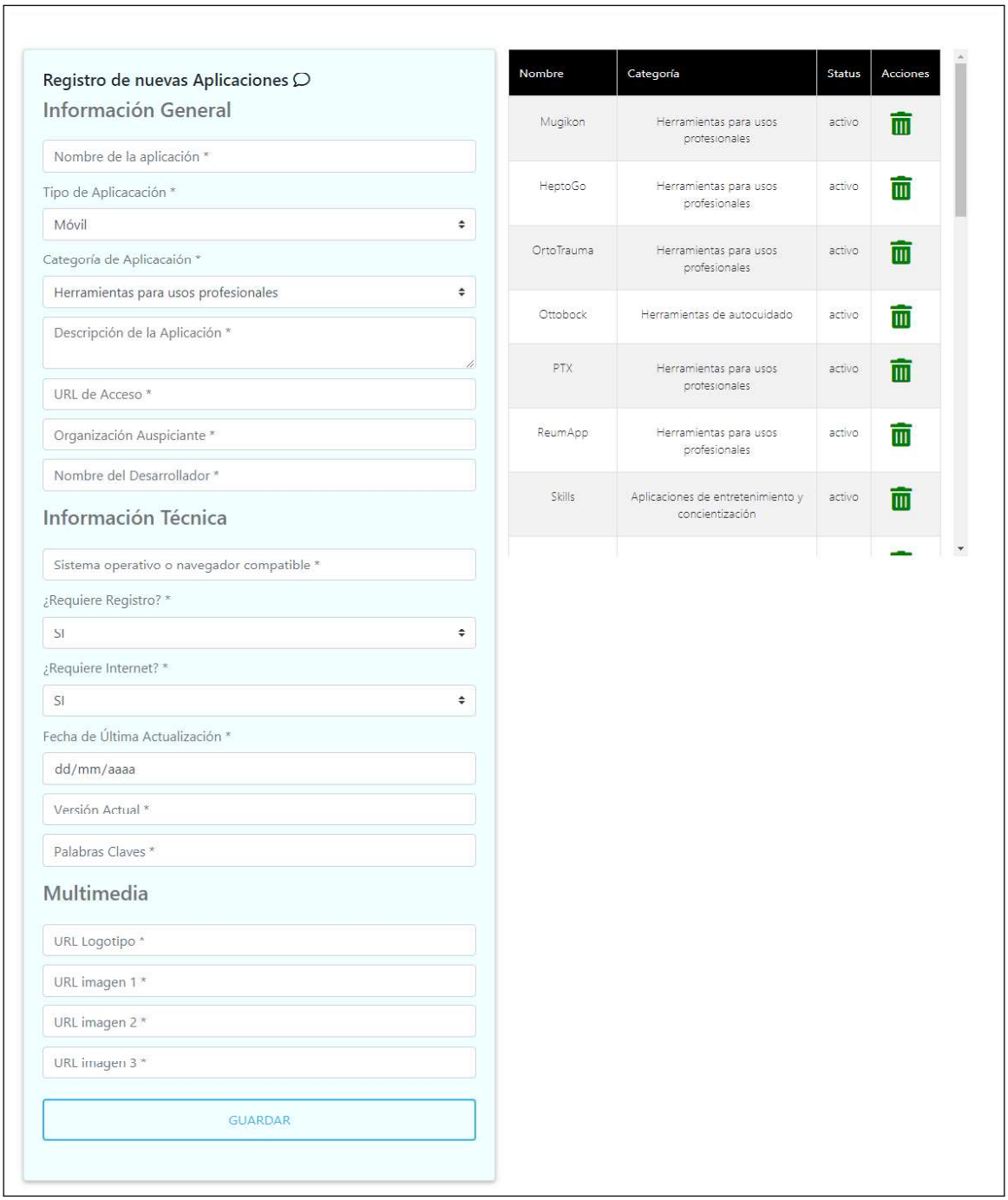


Figura 2.24: Prototipo de Alta Fidelidad - Interfaz de Gestión de Aplicaciones.

Figura 2.25: Prototipo de Alta Fidelidad - Interfaz de Gestión de Comentarios.

Interfaz de Gestión de Noticias y Eventos

La Figura 2.26 muestra la pantalla para la administración de noticias y eventos. En la parte lateral izquierda se ubica un formulario para ingresar nuevas noticias y eventos. En la parte lateral derecha se encuentra una lista de noticias ingresadas, cada una de ellas con un botón para dar de baja aquellas que no están actualizadas.

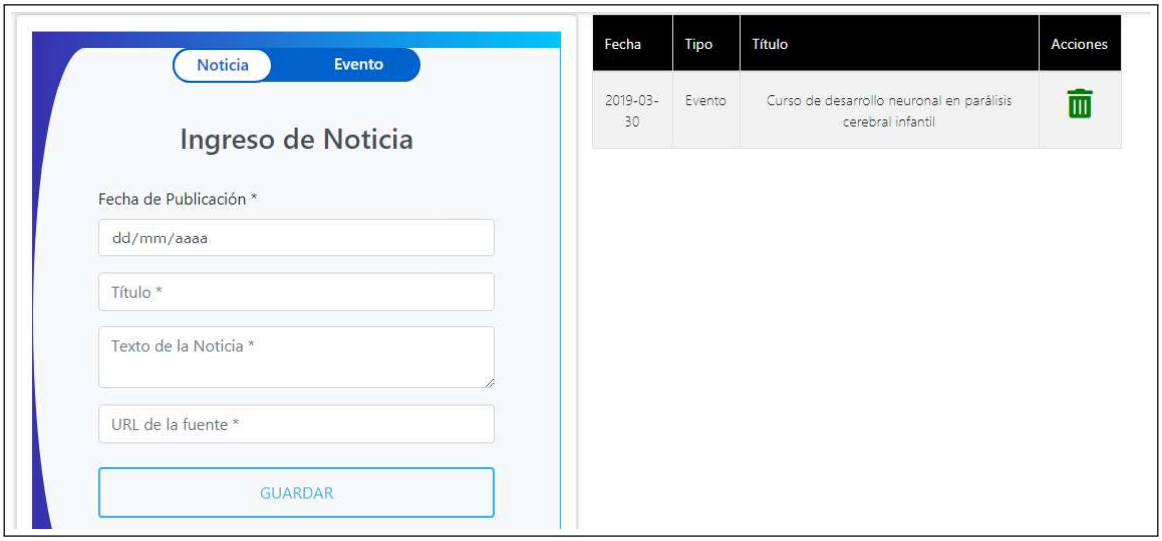


Figura 2.26: Prototipo de Alta Fidelidad - Interfaz de Gestión de Noticias y Eventos.

2.3 EVALUACIÓN DE PROTOTIPOS

Cada uno de los prototipos fue evaluado para obtener retroalimentación durante cada fase del desarrollo. Se utilizaron cuestionarios y herramientas de UserTesting para analizar la interacción del usuario con los prototipos del catálogo. En las secciones 2.3.1, 2.3.2 y 2.3.3 se describen las evaluaciones realizadas a cada prototipo del catálogo.

2.3.1 Evaluación del Prototipo de Baja Fidelidad

El objetivo de la evaluación del prototipo de baja fidelidad fue obtener información de las secciones que generan mayor interacción con el usuario, e identificar problemas de diseño que puedan generar confusión durante la navegación por el catálogo.

La herramienta CanvasFlip [26], permitió asignar respuestas de navegación a las acciones que el usuario efectúa sobre los elementos en pantalla. La Figura 2.27 muestra el enlace entre los elementos de las pantallas de los mock-ups previamente realizados, y las acciones correspondientes a la simulación de navegación.

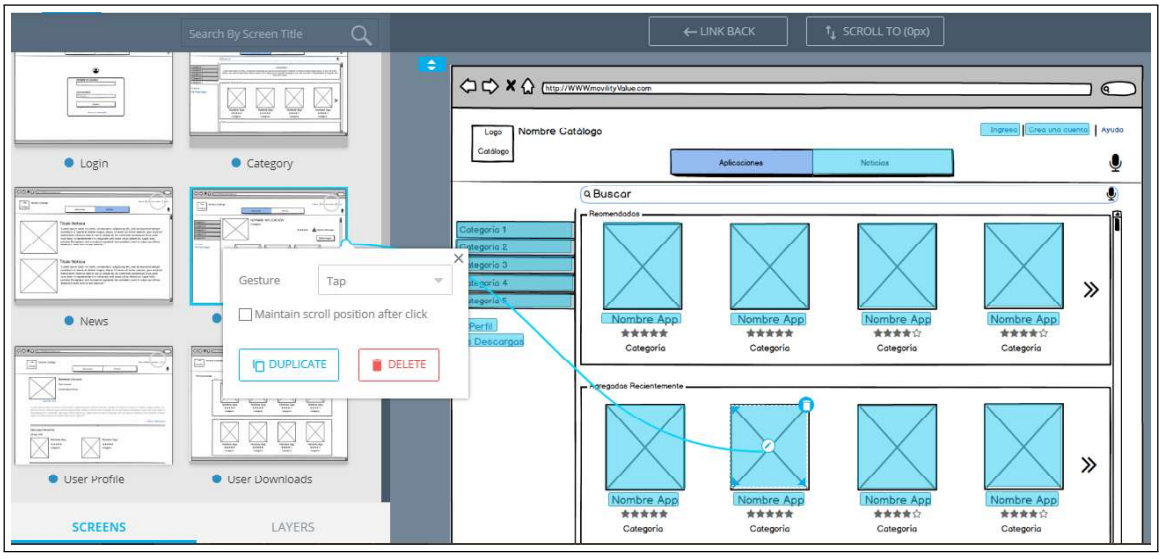


Figura 2.27: Canvasflip - Asignación de Acciones en Mock-up.

Una vez que la navegación fue definida, la herramienta permitió realizar un test de navegabilidad y un test orientado a tareas; los cuales se describen en las secciones 2.3.1.1 y 2.3.1.2. El número de participantes de la prueba fue cinco, correspondientes a terapeutas físicos/ocupacionales. No todas las pruebas se llevaron a cabo de forma presencial, pues

la herramienta permite compartir el test mediante un enlace.

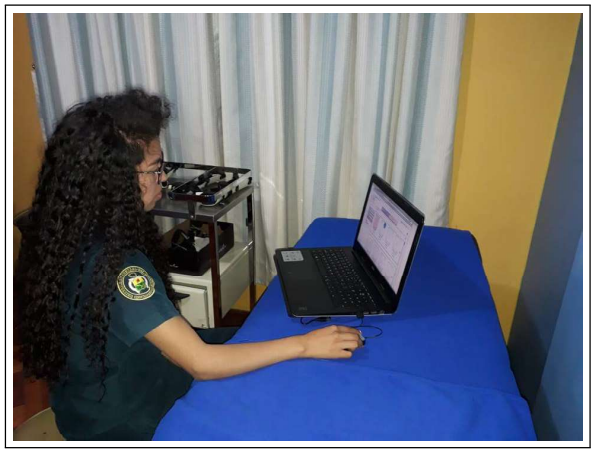


Figura 2.28: Evaluación Prototipo de baja Fidelidad.

2.3.1.1 Prueba de Navegabilidad

La prueba de navegabilidad permite a los usuarios recorrer las secciones del prototipo, realizar clics sobre las secciones a las que se asignó interactividad y emitir comentarios sobre los elementos en pantalla. Durante cada una de las pruebas, la herramienta generó un video de la interacción del usuario y registró el tiempo y número de acciones realizadas.

La herramienta también genera mapas de interacción con respecto a una prueba. La Figura 2.29 muestra un mapa de interacción en el que las secciones con mayor concentración de color representan mayor número de clics realizados, y por lo tanto, mayor interacción con el usuario.

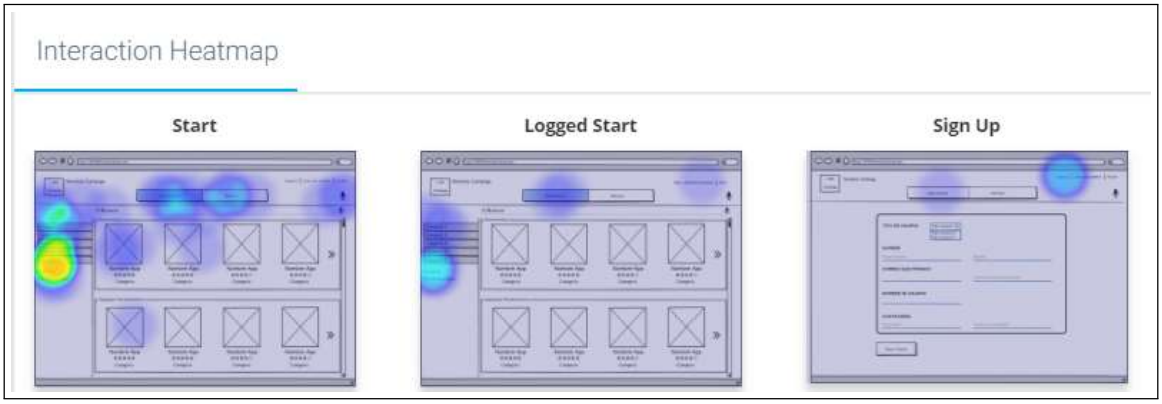


Figura 2.29: Canvasflip - Heapmap de Interacción.

La Figura 2.30 muestra la reproducción de un test registrado. Las capturas en video de la prueba se pueden observar en el Anexo 6.3.1.

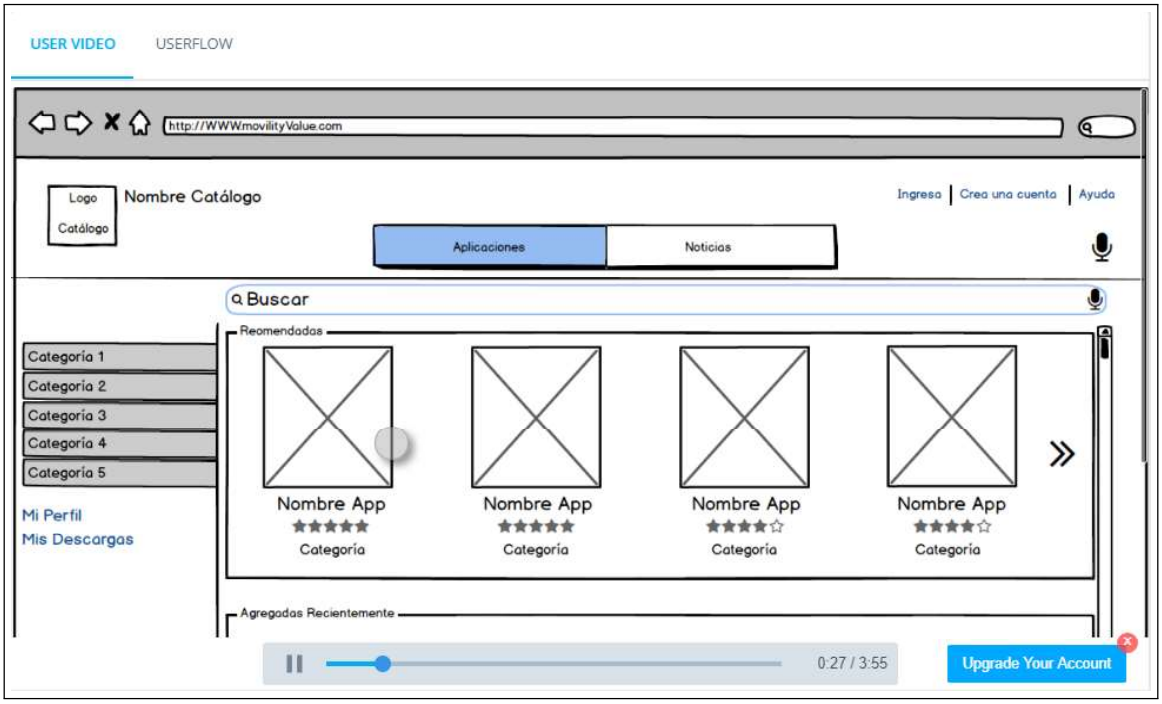


Figura 2.30: Canvasflip - Video de Prueba de Navegabilidad.

2.3.1.2 Prueba orientada a Tareas

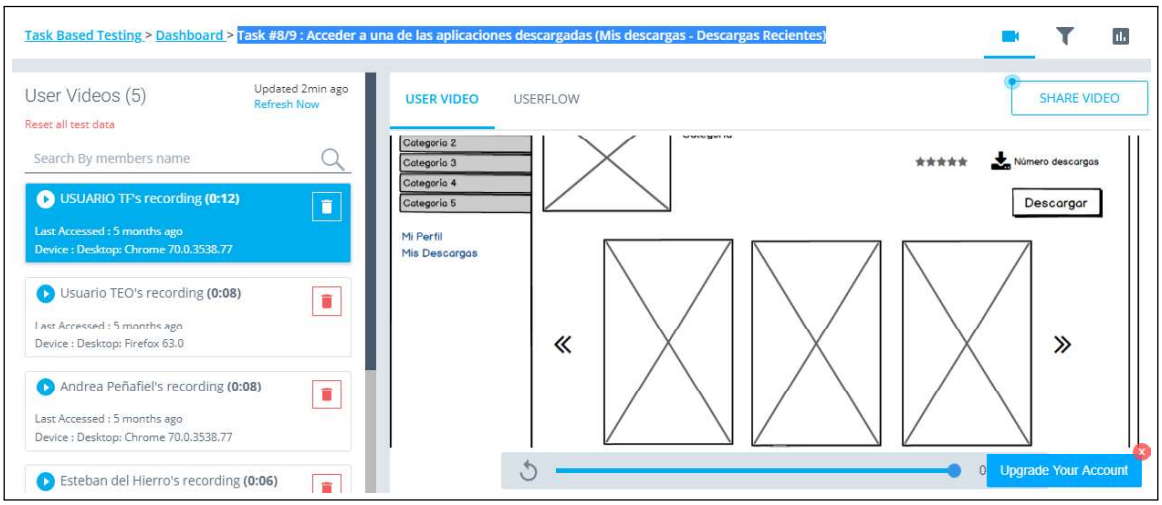


Figura 2.31: Canvasflip - Prueba orientada a Tareas.

La Figura 2.31 muestra la reproducción de un test orientado a tareas. Si las acciones de

navegabilidad coincidían con las vistas de resultado, el test era satisfactorio. Canvas flip permitió obtener un reporte a cerca del tiempo y número de interacciones que le tomó a cada usuario llevar a cabo las tareas. La Figura 2.32 muestra una tabla con el número de usuarios, nivel de completitud de la prueba, tiempo promedio de realización de tareas y promedio de interacciones por tarea. Los reportes generados durante la prueba se pueden observar en el Anexo 6.3.1.

Task Based Testing > Dashboard >

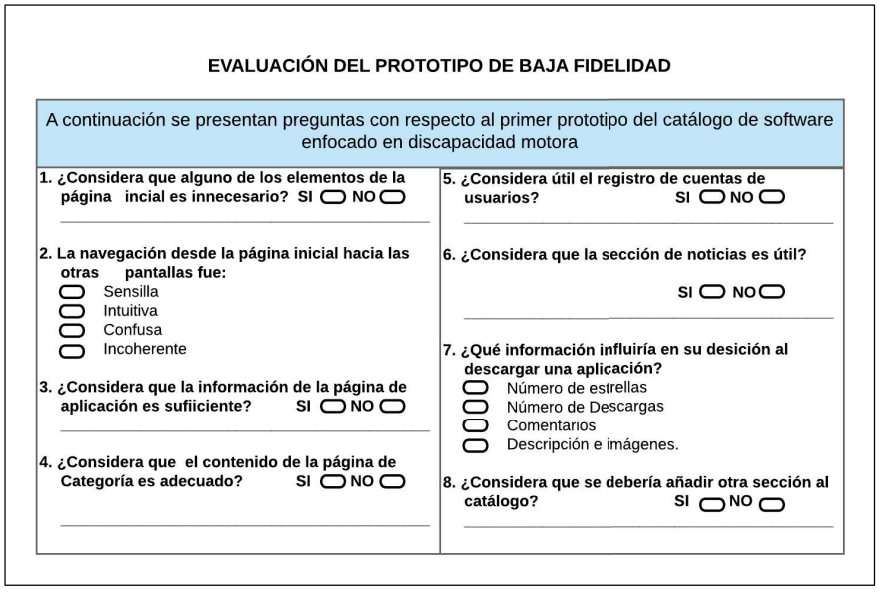
Scenario: El escenario presenta las pantallas propuestas para el catálogo digital, simula la navegación entre pantallas para que el usuario perciba la futura funcionalidad del catálogo, y presenta la posibilidad de comentar observaciones con respecto al diseño, información y futuros recomendaciones conceptuales del mismo.

Created about a month ago.

# No.	Tasks	Total reviews	Completion rate	Average completion time	Average # of interaction	Action
1.	Ingresar a una de las "CATEGORÍAS"	5	100%	0:07 minutes	2.4	View Analytics
2.	Acceder a una aplicación y visualizar su información	5	100%	0:06 minutes	2.8	View Analytics
3.	Dirigirse a la sección "NOTICIAS"	5	100%	0:02 minutes	1	View Analytics
4.	Acceder al perfil de Usuario	5	100%	0:26 minutes	9.4	View Analytics
5.	Ingresar como un usuario y acceder a la sección "Mis Descargas"	5	100%	0:10 minutes	5.6	View Analytics

Figura 2.32: Canvasflip - Reporte de Prueba orientada a Tareas.

La Figura 2.33 muestra la encuesta utilizada durante la evaluación al prototipo de baja fidelidad.



EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO DE BAJA FIDELIDAD

A continuación se presentan preguntas con respecto al primer prototipo del catálogo de software enfocado en discapacidad motora

1. ¿Considera que alguno de los elementos de la página incial es innecesario? SI ◯ NO ◯

2. La navegación desde la página inicial hacia las otras pantallas fue:
- ◯ Sensilla
- ◯ Intuitiva
- ◯ Confusa
- ◯ Incoherente

3. ¿Considera que la información de la página de aplicación es sufiiciente? SI ◯ NO ◯

4. ¿Considera que el contenido de la página de Categoría es adecuado? SI ◯ NO ◯

5. ¿Considera útil el registro de cuentas de usuarios? SI ◯ NO ◯

6. ¿Considera que la sección de noticias es útil?

SI ◯ NO ◯

7. ¿Qué información influiría en su desición al descargar una aplicación?
- ◯ Número de estrellas
- ◯ Número de Descargas
- ◯ Comentarios
- ◯ Descripción e imágenes.

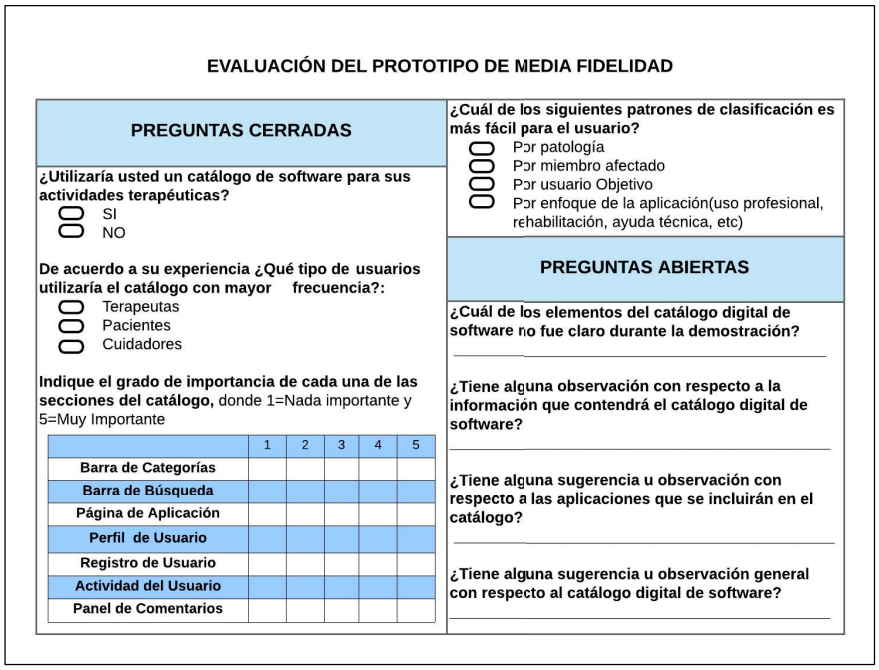
8. ¿Considera que se debería añadir otra sección al catálogo? SI ◯ NO ◯

Figura 2.33: Encuesta - Prototipo de Baja Fidelidad.

2.3.2 Evaluación del Prototipo de Media Fidelidad

La evaluación del prototipo de media fidelidad se llevó a cabo utilizando una encuesta creada en Google Forms. La encuesta fue realizada a un grupo de cinco personas conformado por terapeutas físicos y ocupacionales. Los objetivos de esta evaluación fueron: determinar el parámetro de categorización que facilita la navegación de los usuarios y encontrar secciones que requieran cambios en el prototipo.

La Figura 2.34 muestra la encuesta elaborada, la cual consta de cuatro preguntas cerradas y cuatro preguntas abiertas.



EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO DE MEDIA FIDELIDAD

PREGUNTAS CERRADAS

¿Utilizaría usted un catálogo de software para sus actividades terapéuticas?
- SI
- NO

De acuerdo a su experiencia ¿Qué tipo de usuarios utilizaría el catálogo con mayor frecuencia?:
- Terapeutas
- Pacientes
- Cuidadores

Indique el grado de importancia de cada una de las secciones del catálogo, donde 1=Nada importante y 5=Muy Importante

	1	2	3	4	5
Barra de Categorías					
Barra de Búsqueda					
Página de Aplicación					
Perfil de Usuario					
Registro de Usuario					
Actividad del Usuario					
Panel de Comentarios					

¿Cuál de los siguientes patrones de clasificación es más fácil para el usuario?
- Por patología
- Por miembro afectado
- Por usuario Objetivo
- Por enfoque de la aplicación(uso profesional, rehabilitación, ayuda técnica, etc)

PREGUNTAS ABIERTAS

¿Cuál de los elementos del catálogo digital de software no fue claro durante la demostración?

¿Tiene alguna observación con respecto a la información que contendrá el catálogo digital de software?

¿Tiene alguna sugerencia u observación con respecto a las aplicaciones que se incluirán en el catálogo?

¿Tiene alguna sugerencia u observación general con respecto al catálogo digital de software?

Figura 2.34: Encuesta - Prototipo de Media Fidelidad.

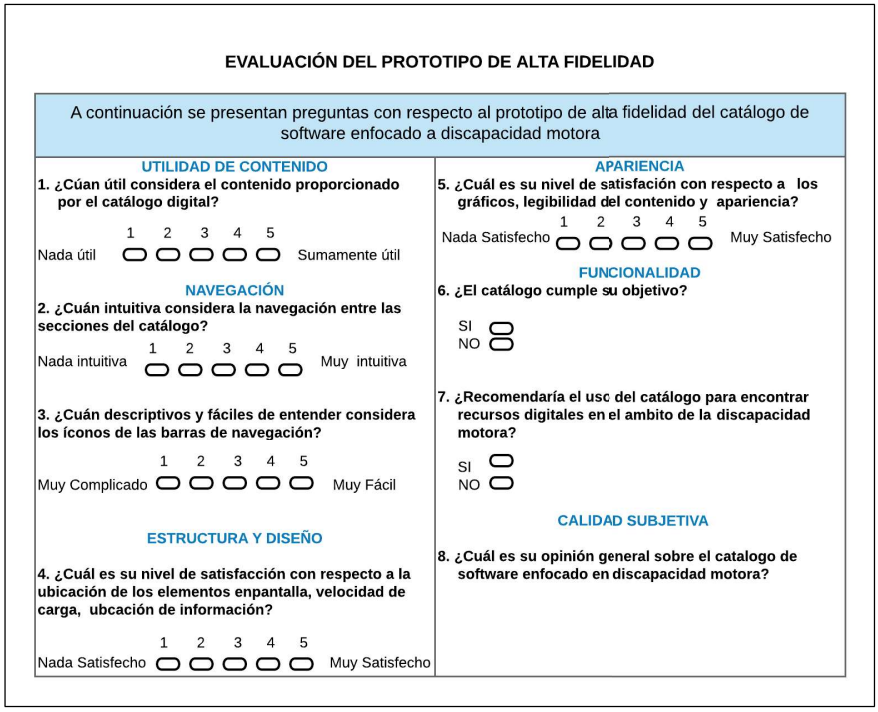
2.3.3 Evaluación del Prototipo de Alta Fidelidad

La evaluación del prototipo de alta fidelidad consistió en cuatro partes: una prueba de usabilidad que incluyó una encuesta, una prueba orientada a tareas, un test de accesibilidad utilizando una herramienta, y una evaluación de calidad utilizando la herramienta MARS. La prueba de usabilidad y la prueba orientada a tareas se realizaron con terapeutas de la Fundación Hermano Miguel, mientras que la evaluación de calidad se realizó con estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional. La evaluación al prototipo de alta fidelidad se detalla en

las secciones 2.3.3.1, 2.3.3.2, 2.3.3.3, y 2.3.3.4.

2.3.3.1 Prueba de Usabilidad

Se brindó una explicación del proyecto y de los objetivos de la evaluación, después se realizó un recorrido por las secciones del catálogo digital, y se solicitó a los usuarios llenar una encuesta. La Figura 2.35 muestra la encuesta formada por 7 preguntas cerradas y una pregunta abierta. Las preguntas cerradas buscan percibir la satisfacción del usuario en cuanto al contenido, navegación, estructura y diseño, apariencia y funcionalidad. La última pregunta corresponde a la opinión subjetiva del usuario con respecto al catálogo digital.



EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO DE ALTA FIDELIDAD

A continuación se presentan preguntas con respecto al prototipo de alta fidelidad del catálogo de software enfocado a discapacidad motora

UTILIDAD DE CONTENIDO

1. ¿Cúan útil considera el contenido proporcionado por el catálogo digital?

1 2 3 4 5

Nada útil ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ Sumamente útil

NAVEGACIÓN

2. ¿Cuán intuitiva considera la navegación entre las secciones del catálogo?

1 2 3 4 5

Nada intuitiva ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ Muy intuitiva

3. ¿Cuán descriptivos y fáciles de entender considera los íconos de las barras de navegación?

1 2 3 4 5

Muy Complicado ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ Muy Fácil

ESTRUCTURA Y DISEÑO

4. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con respecto a la ubicación de los elementos enpantalla, velocidad de carga, ubcación de información?

1 2 3 4 5

Nada Satisfecho ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ Muy Satisfecho

APARIENCIA

5. ¿Cuál es su nivel de satisfación con respecto a los gráficos, legibilidad del contenido y apariencia?

1 2 3 4 5

Nada Satisfecho ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ ⬭ Muy Satisfecho

FUNCIONALIDAD

6. ¿El catálogo cumple su objetivo?

SI ⬭

NO ⬭

7. ¿Recomendaría el usc del catálogo para encontrar recursos digitales en el ambito de la discapacidad motora?

SI ⬭

NO ⬭

CALIDAD SUBJETIVA

8. ¿Cuál es su opinión general sobre el catalogo de software enfocado en discapacidad motora?

Figura 2.35: Encuesta - Prototipo de Alta Fidelidad.

2.3.3.2 Prueba orientada a tareas

Se formularon tareas que el usuario debía llevar a cabo dentro del catálogo digital. Durante la sesión de los usuarios, la pantalla fue grabada para posteriormente identificar las métricas del número de clics ocupados para cada tarea y el tiempo tomado para completarlas. Las tareas formuladas fueron las siguientes: buscar una aplicación, descargar una aplicación, crear un usuario, publicar un comentario, calificar una aplicación, responder un comentario

ya existente, visitar la sección de noticias y acceder a la fuente original de una noticia. La Figura 2.36 muestra la utilización de la aplicación por una de las terapeutas. Las capturas en video de las tareas realizadas pueden observarse en el Anexo 6.3.3.

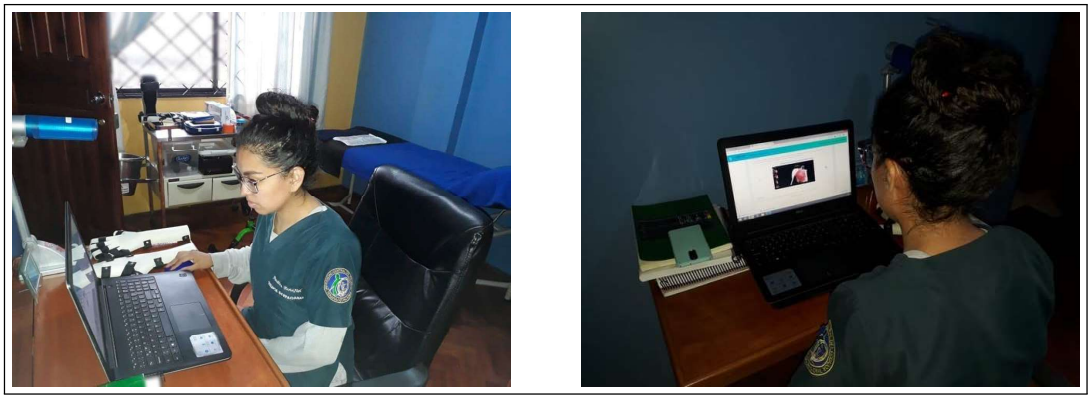


Figura 2.36: Evaluación del prototipo de Alta Fidelidad.

2.3.3.3 Test de Accesibilidad

Se utilizó la herramienta Wave para evaluar las características de accesibilidad del contenido web en el catálogo digital. La herramienta generó un reporte de los errores en cuanto a accesibilidad, atributos positivos y elementos que deben ser analizados. La Figura 2.37 muestra las características de accesibilidad encontradas en la interfaz de Aplicación del catálogo digital.

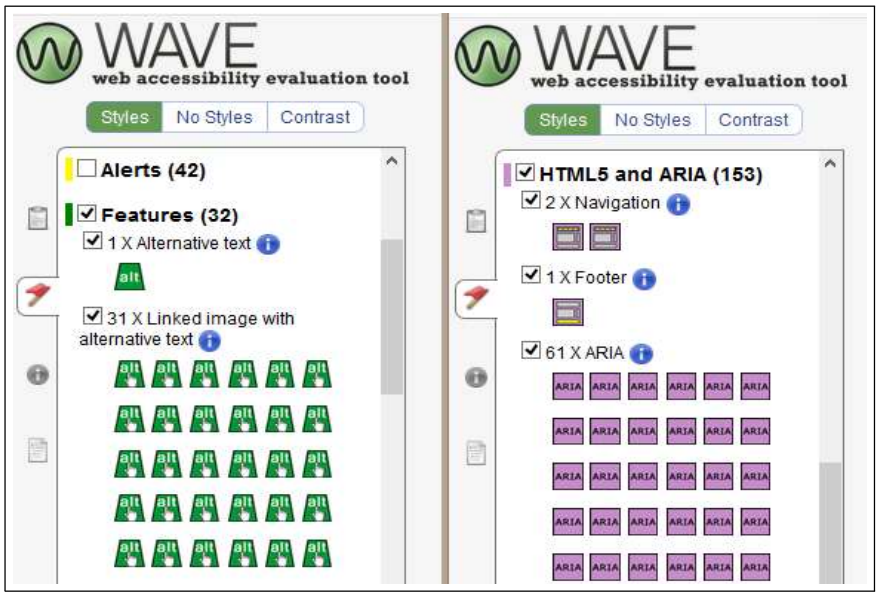


Figura 2.37: Test de Accesibilidad - Herramienta Wave

2.3.3.4 Evaluación de calidad utilizando MARS

El prototipo fue utilizado y evaluado por un grupo de 25 testers. El grupo estuvo conformado por estudiantes de la Escuela Politécnica Nacional que se encuentran realizando su proyecto de titulación y tienen conocimiento acerca de desarrollo y calidad de software. Para la evaluación, el prototipo de alta fidelidad fue alojado en Heroku, proveedor de PaaS, de modo que los testers pudieran ingresar a la aplicación desde cualquier lugar.

Cada tester lleno la hoja de puntuaciones correspondiente a la herramienta MARS, y un reporte detallado, argumentando el motivo de su calificación para cada uno de los ítems de la herramienta, y añadiendo observaciones y capturas de pantalla.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

Esta sección describe los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto. Contiene figuras y tablas que muestran: resultados del análisis realizado sobre sitios web y catálogos, resultados de la búsqueda y evaluación de aplicaciones, y resultados de las evaluaciones de los prototipos.

3.1.1 Sitios web y Catálogos

La Figura 3.1 muestra el proceso de búsqueda sistemática de sitios web y catálogos. Se identificaron 394 resultados de la búsqueda de sitios web y catálogos, realizada en Google. Se descartaron resultados duplicados, sitios web con información irrelevante y fuera de contexto, dejando 38 sitios web y catálogos elegibles. En la etapa final se excluyeron blogs, sitios informativos, listas y catálogos en formato PDF, sitios que re direccionaran a otras páginas y sitios que no incluyeran discapacidad motora. Al final quedando un total de 14 sitios que fueron sometidos a un análisis.

La información extraída de los 14 sitios mostro características importantes que se describen a continuación:

- **Acceso:** Los usuarios deben realizar de 3 a 7 clics para acceder o descargar el software y aplicaciones requeridas. La cantidad de interacciones puede reducir la tasa de encontrabilidad de un recurso digital por parte de los usuarios. Algunos autores como Morville y Rosenfeld, establecen que un máximo de 5 interacciones para llegar a un recurso buscado, es una cantidad razonable [49].

- **Retroalimentación:** De los 14 sitios analizados, solo 3 permiten realizar comentarios

acerca de las aplicaciones o software utilizado. Sin embargo, no permiten dar una calificación sobre la experiencia con la utilización de dichas aplicaciones.

- **Tipo de Sitio:** Se identificaron dos tipos de catálogos, que se describen a continuación:
  - **Sitios Desarrolladores:** Pertenecen a proyectos o instituciones que desarrollan soluciones tecnológicas con respecto a salud y discapacidad, con el apoyo de profesionales de salud, y desarrolladores de tecnología [50]. Por ejemplo, BJ Adaptaciones crea soluciones personalizadas para mejorar la autonomía de personas con discapacidad [51].
  - **Sitios Promotores:** Recopilan información sobre productos de apoyo y salud, los comparten y brindan acceso a las aplicaciones [50]. Por ejemplo, ARSAAC (Portal Aragonés de Comunicación alternativa), recoge información y recursos que facilitan la autonomía de personas con dificultades funcionales [52].
- **Parámetro de Categorización:** La forma en la que las aplicaciones y recursos se organizan varía según el sitio. 2 sitios no presentan un patrón de clasificación, 2 sitios clasifican los recursos de acuerdo al tipo de discapacidad, y el resto clasifica los recursos por el tipo funcionalidad de las aplicaciones (sintetizadores de voz, asistentes de comunicación, etc).

3.1.2 Aplicaciones

La Figura 3.2 muestra el proceso de búsqueda de aplicaciones relacionadas con discapacidad motora. Se obtuvieron 391 resultados de la búsqueda en Google, Catálogos y Plataformas de distribución digital como Google Play Store. Después de algunos criterios de exclusión se seleccionaron 30 aplicaciones que posteriormente fueron sometidas a evaluación con la herramienta MARS.

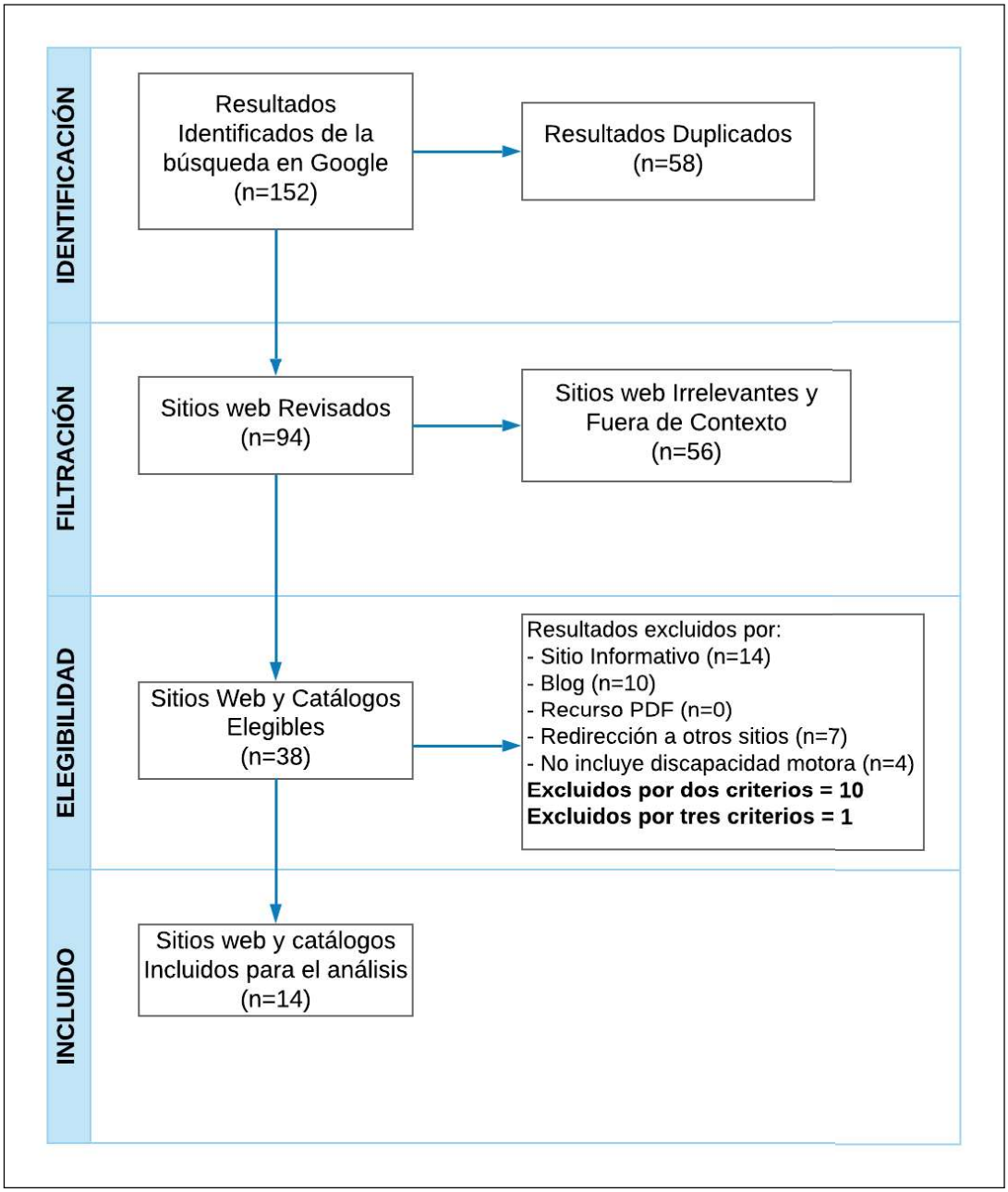


Figura 3.1: Proceso de Búsqueda de Catálogos y Sitios Web

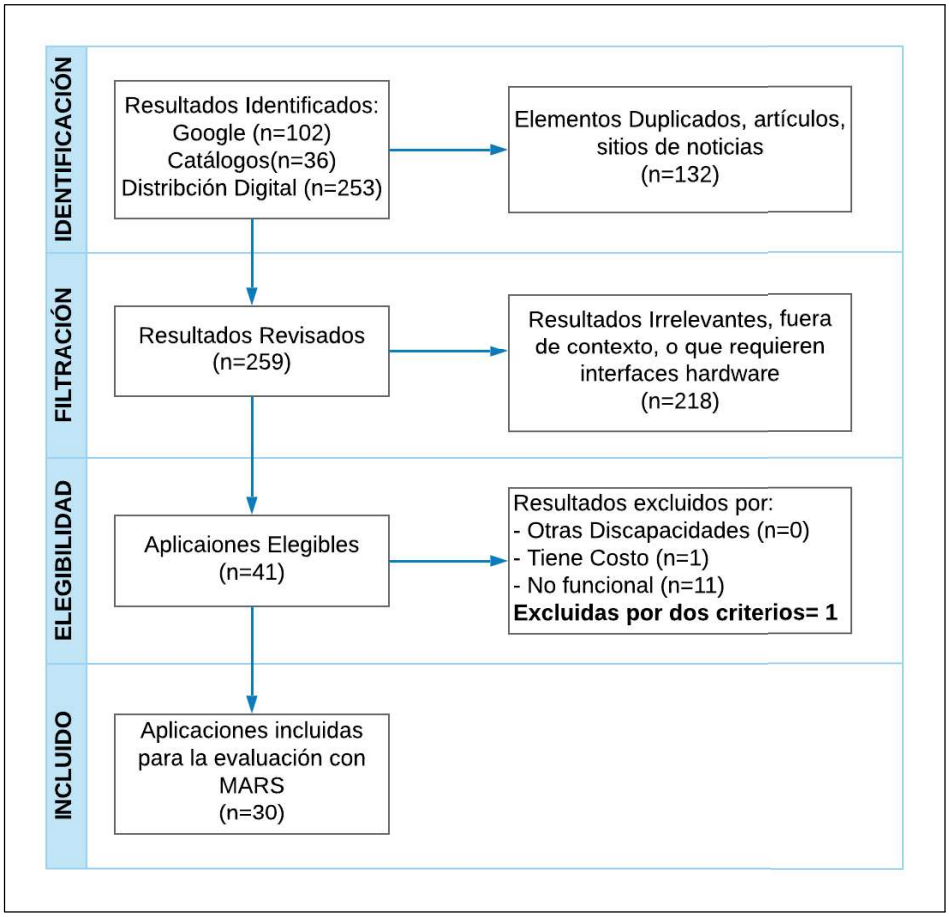


Figura 3.2: Proceso de Búsqueda de Aplicaciones

3.1.2.1 Evaluación de Aplicaciones

La Tabla 3.1 muestra el cálculo de calidad en base a su atractivo, funcionalidad, estética, información y calidad subjetiva. Es importante señalar que la herramienta MARS no incluye la calidad subjetiva en el cálculo del total porque el coeficiente de confiabilidad de la escala para este atributo es muy bajo. La Tabla 3.2 muestra resultados estadísticos de las 30 aplicaciones como la media, desviación estándar e índice de confiabilidad de Cronbach de la métrica de cada atributo de calidad.

De acuerdo a la plataforma. las aplicaciones se clasificaron de la siguiente manera: 3 para escritorio, 3 aplicaciones web, y 24 aplicaciones móviles. Además, se determinó que 12 de las 30 aplicaciones evaluadas, requieren conexión a internet para su funcionamiento.

Tabla 3.1: Resultados Mars - Evaluación de aplicaciones.

N	Nombre	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	Total*	Subjetiva*
1	Mugikon.	4,00	4,25	3,33	3,83	3,85	4,25
2	HeptoGo.	4,40	5,00	4,33	4,50	4,56	4,50
3	OrtoTrauma	3,00	5,00	3,67	3,17	3,71	2,50
4	Ottobock.	3,40	5,00	3,67	4,33	4,10	3,50
5	PTX.	4,40	2,50	3,00	4,83	3,68	3,25
6	Reumapp.	4,00	5,00	4,00	3,67	4,17	3,00
7	Skills	4,40	5,00	5,00	3,83	4,56	3,50
8	ReHand	4,20	4,50	3,67	4,00	4,09	4,00
9	Índices de Dependencia	3,40	5,00	3,33	3,83	3,89	4,25
10	Ayudas para Todos	3,20	5,00	3,00	3,50	3,68	3,50
11	Fisioterapia a tu alcance	3,00	4,00	3,00	3,33	3,33	3,00
12	TremorSense	2,60	4,75	3,00	3,17	3,38	3,25
13	Anatomy3D	4,40	4,00	5,00	3,83	4,31	4,25
14	Estiramiento Funcional	4,20	4,00	5,00	4,17	4,34	4,00
15	ListNote	1,80	4,75	3,67	3,50	3,43	3,50
16	Plaphoons	3,40	3,75	3,33	3,83	3,58	3,50
17	NeuroFit	4,00	5,00	5,00	4,00	4,50	4,25
18	Plaphoons Desktop	4,00	4,75	3,00	4,33	4,02	4,00
19	eViaCam	4,40	5,00	3,33	4,17	4,23	4,50
20	JAWS	4,00	5,00	3,33	4,00	4,08	4,00
21	EVA Facial Mouse	3,80	5,00	2,67	4,00	3,87	4,00
22	Bocciapp	3,60	5,00	3,67	3,50	3,94	3,25
23	Plafones	2,80	5,00	3,00	4,00	3,70	3,50
24	Mefacilyta Click	3,40	4,25	3,33	4,00	3,75	3,75
25	Caminos Accesibles	4,40	4,50	3,67	4,00	4,14	4,00
26	Daño Cerebral	3,20	4,25	3,33	3,83	3,65	3,25
27	Nero RHB	3,60	4,50	4,00	4,00	4,03	4,00
28	Catch my Pain	3,60	4,50	3,67	4,17	3,98	3,75
29	Stimulus	3,60	4,00	3,33	4,00	3,73	3,50
30	RecuCoach	2,80	4,50	3,33	4,00	3,66	3,75

Tabla 3.2: Evaluación de aplicaciones - Datos Estadísticos.

N	Item	Correlación Total	Media	Desviación Estándar
Atractivo - alfa= 0,68 **ICC=** 0,55 (95 % CI 0,25-0,75)				
1	Entretenimiento	0,63	4,10	0,99
2	Interés	0,48	3,63	0,96
3	Personalización	0,32	2,70	1,14
4	Interactividad	0,67	3,20	1,03
5	Grupo Objetivo	0,08	4,53	0,68
Funcionalidad - alfa= 0,75 **ICC=**0,75 (95 % 0,58-0,87)				
6	Rendimiento	0,30	4,60	0,77
7	Facilidad de Uso	0,69	4,47	0,78
8	Navegación	0,60	4,63	0,72
9	Diseño Gestual	0,67	4,53	0,68
Estética - alfa= 0,74 **ICC=** 0,69 (95 % 0,41 - 0,84)				
10	Diseño	0,45	3,97	0,61
11	Gráficos	0,66	3,3	0,95
12	Atractivo Visual	0,64	3,60	0,81
Información - alfa= 0,68 **ICC=** 0,67 (95 % 0,35 - 0,79)				
13	Exactitud de la Descripción	0,67	4,77	0,50
14	Objetivos	0,55	2,90	1,68
15	Calidad de la Información	0,55	4,53	0,68
16	Cantidad de Información	0,58	3,77	0,82
17	Información Visual	0,69	4,1	1,21
18	Credivilidad	0,63	3,4	0,89
Calidad Subjetiva - alfa= 0,61 **ICC=** 0,61 (95 % 0,32 - 0,79)				
20	Recomendación Aplicación	0,41	3,83	0,75
21	Veces de Uso aplicación	0,30	4,73	0,58
22	Grado de Dificultad de la Aplicación	0,69	2,37	0,67
23	Calificación Aplicación	0,21	3,90	0,61

3.1.3 Prototipos

3.1.3.1 Prototipo de Baja Fidelidad

Prueba de Navegabilidad

La herramienta CanvasFlip grabó la interacción de 5 participantes, que pudieron observar y realizar clics de redirección entre los 9 Mock-ups del prototipo. El tiempo promedio utilizado para la navegación por las secciones del prototipo fue 4 minutos y 1 segundo, y el promedio de clics realizados para la navegación fue de 93 pulsaciones.

Según el interaction Heatmap, generado por Canvas Flip se pudo determinar que los elementos con mayor número de interacción con el usuario fueron los siguientes: en la pantalla de inicio, y pantalla de categoría, fue la barra de categorías. En la pantalla de aplicación, el elemento con mayor número de clics fue la sección de comentarios. En las pantallas de ingreso, registro y noticias, el elemento con mayor número de clics fue la barra de navegación de la página. Finalmente, en la pantalla del perfil de usuario, el elemento con mayor número de clics fue la sección de descargas realizadas.

Prueba Orientada a Tareas

Para esta prueba, se creó un escenario con 9 tareas de navegación. La prueba fue aplicada a 5 usuarios mediante la herramienta CanvasFlip [26], que posteriormente generó un reporte de resultados. La Tabla 3.3 muestra cada una de las tareas realizadas por los usuarios, el promedio de cumplimiento de la tarea, el promedio del tiempo que tomo en cumplir cada tarea, y finalmente el promedio de clics pulsados para cumplir cada tarea.

Tabla 3.3: Resultados de la Prueba de Tareas.

N	Tarea	Sujetos	Completitud	Tiempo	Clics
1	Ingresar a una categoría	5	100 %	7 seg	2,4
2	Acceder a una aplicación y leer su información	5	100 %	6 seg	2,8
3	Dirigirse a la sección NOTICIAS	5	100 %	2 seg	1
4	Ingresar a la pantalla de registro de usuarios	5	100 %	20 seg	9,8
5	Ingresar como usuario y visitar perfil	5	100 %	26 seg	9,4
6	Dirigirse a la sección MIS DESCARGAS	5	100 %	10 seg	5,6
7	Acceder a una de las aplicaciones de MIS DESCARGAS	5	100 %	8 seg	4

N	Tarea	Sujetos	Completitud	Tiempo	Clics
8	Salir de la cuenta y acceder a una aplicación	5	100 %	7 seg	3,2
9	Realizar comentarios en una aplicaión	5	80 %	4 seg	3

Observaciones de los Usuarios

- ❒ Se debe definir mejor los elementos de navegación para llegar a cada sección del sitio.
- ❒ Cada aplicación debería indicar, la versión actual en funcionamiento.
- ❒ La información de las aplicaciones debe incluir su sistema operativo necesario (Android, IOS, etc).
- ❒ Cada categoría debería tener descripción.
- ❒ La sección de noticias solo tiene utilidad si la información está actualizada.
- ❒ Debería haber una sección que explique la funcionalidad del sitio.

Además, los usuarios indicaron cuál es su motivación al momento de descargar una aplicación. La Figura 3.3 muestra que el 20 % indicó que se fija en los comentarios y reseñas, el 40 % en el número de estrellas de las aplicaciones, y el 40 % en el número de descargas realizadas de una aplicación.

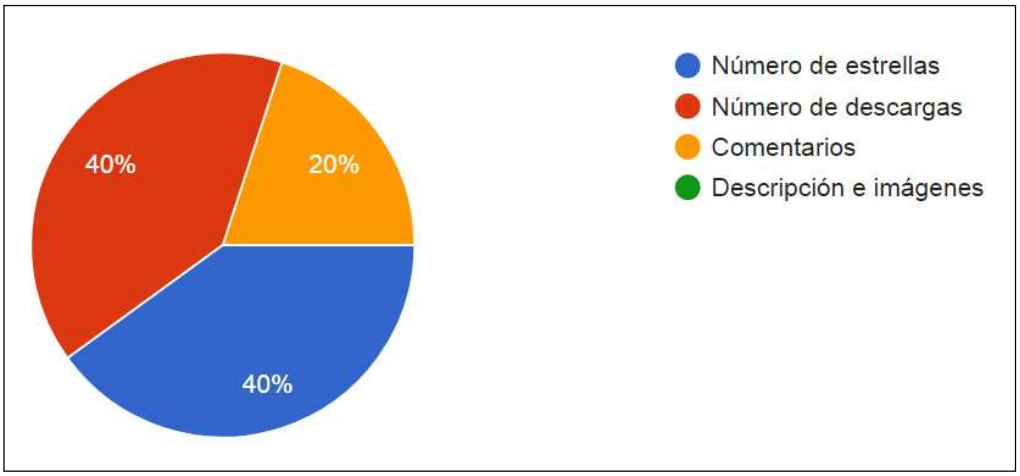


Figura 3.3: Motivación para las descargas

3.1.3.2 Prototipo de Media Fidelidad

Los 5 usuarios indicaron su predisposición a utilizar el catálogo para sus actividades terapéuticas. Los 5 participantes indicaron que las personas que utilizarían el catálogo con mayor frecuencia serían terapeutas. La Figura 3.4 muestra el grado de importancia que los usuarios dieron a cada una de las secciones del prototipo. Los 5 usuarios indicaron que las áreas más importantes son la barra de categorías y la página de Aplicación.

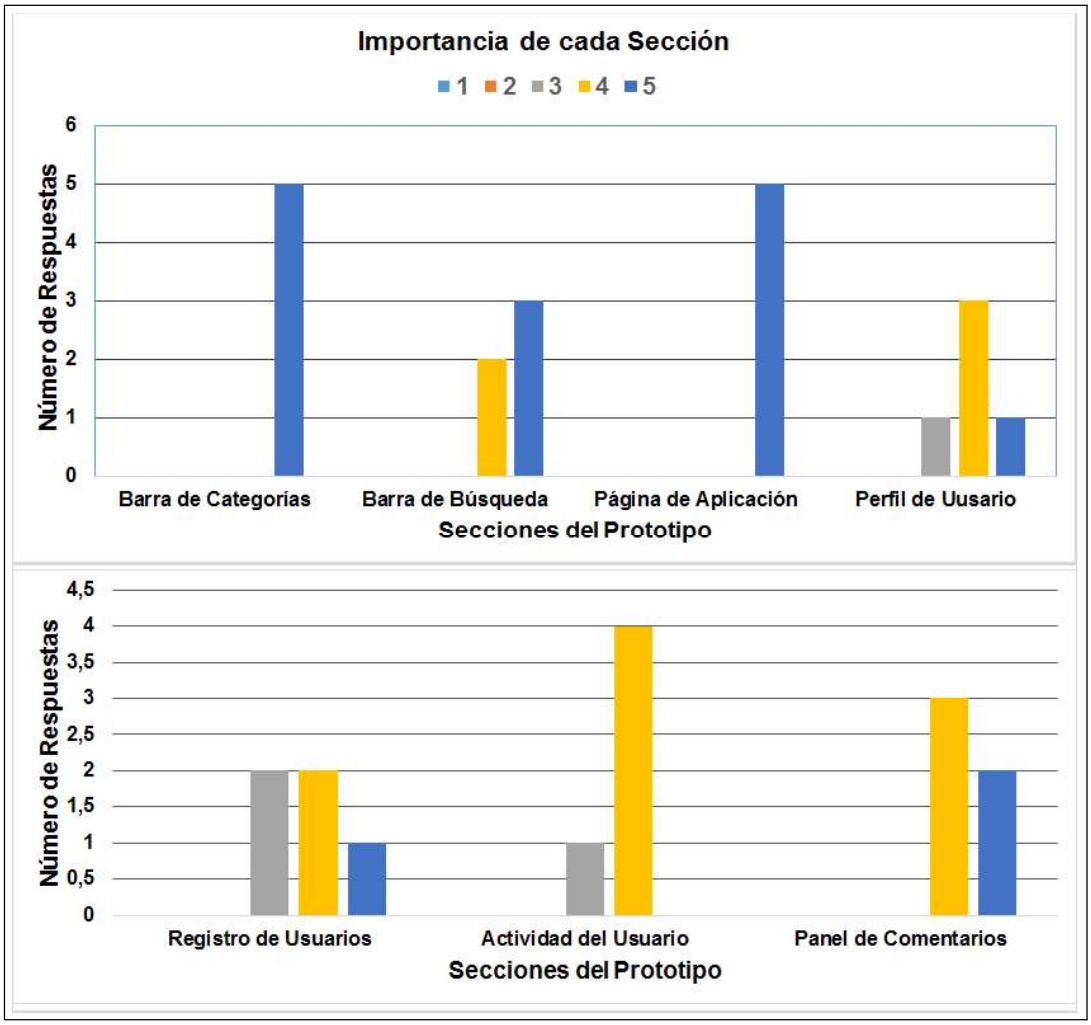


Figura 3.4: Importancia de las secciones del catálogo digital

La Figura 3.5 muestra la preferencia de los usuarios en cuanto al parámetro de categorización utilizado para el catálogo. El 20 % de los usuarios eligió la categorización por patología, 20 % eligió la categorización por usuarios objetivo (terapeutas, cuidadores, pacientes), y el 60 % eligió la categorización por enfoque de la aplicación (Uso profesional, movilidad, co-

municación alternativa, autocuidado, rampa digital).

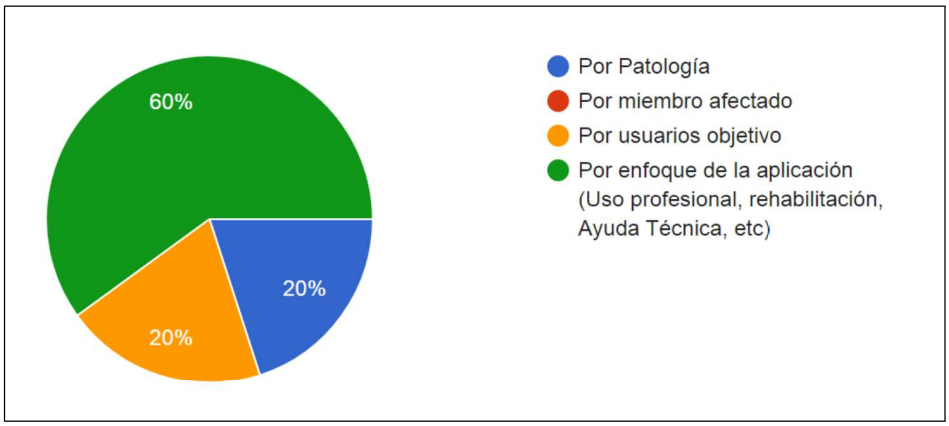


Figura 3.5: Preferencia del parámetro de categorización

Observaciones de los Usuarios

Los comentarios de los usuarios fueron los siguientes:

- La navegación por voz es confusa, y dificulta el uso del sitio, pues muchas personas con daño neuronal no podrían realizar una pronunciación correcta de los comandos.
- Se debe especificar quién puede añadir respuestas a los comentarios realizados.
- Se debe especificar que algunas aplicaciones deben ser de uso exclusivo de profesionales, pues su contenido es sensible.
- Se debe indicar si las aplicaciones son para el computador, el smarth phone o para internet.
- El proyecto es una buena iniciativa, pues existen recursos muy útiles.
- En lugar de utilizar comandos de voz se deberían simplificar el acceso a las aplicaciones.
- La sección de aplicaciones recomendadas no es clara.
- La sección de noticias debe estar actualizada. Además, sería útil que se proporcione información de eventos como congresos y seminarios.
- Una sección de guía o ayuda sería útil para comprender la funcionalidad del sitio.
- En un futuro se deberían incluir aplicaciones con paga, pues la última decisión al momento de la descarga la toma el usuario.

3.1.3.3 Prototipo de Alta Fidelidad

Prueba de Usabilidad

A continuación se describen las respuestas obtenidas en la encuesta realizada después de la prueba de usabilidad del catálogo.

- **Utilidad del Contenido:** Los dos sujetos de la prueba opinan que el contenido del catálogo digital es muy útil.
- **Navegación:** El terapeuta físico opinó que la navegación es muy intuitiva, el terapeuta ocupacional opinó que la navegación es intuitiva. Además, los terapeutas que realizaron la prueba opinaron que los íconos utilizados en los elementos de navegación son muy fáciles de comprender.
- **Estructura y Diseño:** Los sujetos de prueba indicaron estar muy satisfechos con la ubicación de elementos en pantalla y la velocidad de carga de dichos elementos.
- **Apariencia:** Los terapeutas indicaron estar muy satisfechos con respecto a gráficos, legibilidad de contenido y apariencia del sitio.
- **Funcionalidad:** Los terapeutas de la prueba indicaron que el catálogo digital cumple su objetivo de facilitar la búsqueda y acceso a aplicaciones enfocadas a discapacidad motora, pero indicaron que el número de aplicaciones elegibles aún sigue siendo limitado.

Los terapeutas que participaron en la prueba indicaron que recomendarían la utilización del catálogo digital y lo valoraron como una herramienta práctica para complementar sus actividades profesionales, así como para encontrar aplicaciones que pueden utilizarce en el ámbito de la discapacidad motora.

Prueba orientada a tareas

La Tabla 3.4 muestra las tareas propuestas durante la evaluación al prototipo de alta fidelidad, el promedio de completitud de cada tarea dentro del catálogo digital, y el promedio de clics utilizados para llegar a secciones objetivo.

Tabla 3.4: Resultados Prueba de Tareas Prototipo de Alta Fidelidad.

N	Tarea	Sujetos	Completitud	Clics
1	Buscar una aplicación	2	100 %	2
2	Descargar una aplicación	2	100 %	3
3	Crear una cuenta de usuario	2	100 %	2
4	Publicar un Comentario	2	100 %	2,5
5	Responder a un comentario existente	2	100 %	3,5
6	Acceder a la fuente original de un evento o de una notica	2	100 %	2

La Tabla 3.5 muestra los resultados obtenidos de las capturas de video realizadas durante la ejecución de la prueba. Las observaciones se muestran de acuerdo al componente de funcionalidad del catálogo digital. Los videos de la prueba pueden observarse en el Anexo 6.3.3.

Tabla 3.5: Observaciones - Evaluación Prototipo de Alta Fidelidad.

N	Componente	Resultado
1	Navegación	Los participantes utilizaron la barra de categorías como mecanismo de búsqueda de la aplicación requerida.
2	Búsqueda	Los participantes utilizaron la barra de búsquedas para ingresar una palabra que no hacia parte del nombre de una aplicación, obteniendo un resultado satisfactorio.
3	Acceso	Los participantes pudieron visualizar las aplicaciones disponibles desde el momento de ingresar al catálogo.
4	Descarga	Los participantes pudieron acceder a las aplicaciones, sin embargo la calidad de la conexión de la red demoró el proceso de carga de aplicaciones web.
5	Comentarios	Los participantes pudieron realizar comentarios y respuestas sobre las aplicaciones, después de haber creado un usuario e ingresado a su cuenta.
6	Noticias y Eventos	Los participantes pudieron ingresar a la fuente original de un evento generico registrado para la prueba. Además expresaron que se debería mostrar más infromación del evento sin necesidad de redireccionar a la fuente original.
7	Información de las aplicaciones	Los participantes pudieron visualizar la información de las aplicaciones cuando ingresaron a la interfaz de aplicación. Además, en los videos se muestra su atración por la galería de imágenes del uso de la aplicación.
8	Subsecciones de las aplicaciones	Los participantes pudieron visualizar la sección de aplicaciones agregadas recientemente tanto en la pagina de inicio como en las interfaces de cada categoría.

Test de Accesibilidad

La Tabla 3.6 muestra las alertas de accesibilidad, los atributos positivos y los elementos que deben ser revisados. La herramienta WAVE generó un reporte para las interfaces principales del catálogo digital.

Tabla 3.6: Resultados del test de Accesibilidad.

Sección	Alertas	Atributos Positivos	Elementos sugeridos
Sección Principal	3	31	43
Página de Categoría	3	13	23
Página de Aplicación	3	5	18
Página de Noticias y Eventos	3	3	13
Página de Registro	3	3	12
Página de Ingreso	3	3	12

Evaluación de calidad utilizando MARS

La Tabla 3.7 muestra los resultados de la evaluación realizada por 25 testers con la herramienta MARS. En cuanto al atractivo obtuvo 4,33, en funcionalidad 4,65, en estética 4,37, en información 4,45, y en calidad subjetiva 4,02. La calidad total del catálogo fue 4,45. Es importante mencionar que MARS no toma en cuenta la calidad subjetiva al momento de calcular el total.

La Tabla 3.8 muestra el análisis estadístico de los resultados de la evaluación realizada con MARS. Se indica la media, desviación estándar y alfa de Cronbach de cada métrica.

Tabla 3.7: Resultados MARS - Prototipo de alta fidelidad

N	Tester	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	Total*	Subjetiva*
1	Vanessa Almendáriz	4,40	4,25	3,67	3,17	4,12	4,00
2	María José Caiza	4,40	4,75	4,00	4,17	4,33	4,00
3	Jorge Carrillo	3,40	5,00	4,67	4,50	4,64	3,75
4	Ana Castillo	4,80	4,75	5,00	4,83	4,85	5,00
5	Nelson Chicaiza	3,80	5,00	4,00	4,50	4,33	4,25
6	Evelyn Cisneros	4,00	4,25	3,67	3,83	3,94	3,75
7	Erick Cruz	5,00	5,00	5,00	4,67	4,92	0
8	Esteban Díaz	4,00	4,50	4,67	4,33	4,38	4,75
9	Sonia Díaz	4,00	4,75	4,67	4,33	4,44	3,75

N	Tester	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	Total*	Subjetiva*
10	Freddy Enriquez	4,20	4,75	4,33	4,50	4,45	3,75
11	Miguel Gaibor	4,40	5,00	4,67	5,00	4,77	3,50
12	Soledad Gallardo	4,80	4,00	4,00	4,33	4,28	4,50
13	Christian Lara	4,20	5,00	4,00	4,83	4,51	4,00
14	Andrés Larco	4,40	4,25	4,67	4,67	4,50	5,00
15	Santiago Loya	4,20	5,00	4,33	4,17	4,43	3,75
16	Jairo Muenala	4,20	4,50	4,33	4,67	4,43	0
17	Daniel Ochoa	3,80	4,75	4,33	4,50	4,35	2,50
18	Carlos Oña	4,20	4,50	4,33	3,83	4,22	3,75
19	Katherine Oña	4,80	4,25	4,00	4,67	4,43	4,25
20	Josué Pacheco	4,80	5,00	4,67	5,00	4,87	4,00
21	Joselo Paez	4,20	4,50	4,67	4,33	4,43	4,25
22	Alejandro Pardina	4,60	4,75	4,67	4,67	4,67	4,50
23	Carlos Paredes	4,60	5,00	4,33	4,33	4,57	4,00
24	Pastrano Marco	3,80	4,00	4,33	4,00	4,03	3,50
25	Danilo Rojas	4,20	4,75	4,33	4,33	4,40	4,00

Tabla 3.8: Datos Estadísticos MARS - Prototipo de alta fidelidad

N	Item	Correlación total	Media	Desviación Estándar
Atractivo - alfa de Cronbach= 0,57 **ICC=** 0,46 (95 % 0,12 - 0,72)				
1	Entretenimiento	0,22	4,44	0,65
2	Interés	0,23	4,72	0,46
3	Personalización	0,25	3,60	0,76
4	Interactividad	0,66	4,32	0,63
5	Grupo Objetivo	0,35	4,56	0,65
Funcionalidad - alfa de Cronbach= 0,64 **ICC=** 0,63 (95 % 0,34-0,82)				
6	Rendimiento	0,35	4,56	0,51
7	Facilidad de Uso	0,25	4,72	0,46
8	Navegación	0,66	4,76	0,44
9	Diseño Gestual	0,45	4,56	0,51
Estética - alfa de Cronbach= 0,51 **ICC=** 0,32 (95 % 0,26-0,67)				
10	Diseño	0,32	4,52	0,51
11	Gráficos	0,65	4,40	0,58

12	Atractivo Visual	0,21	4,20	0,58
Información - alfa de Cronbach= 0,55 **ICC=** 0,45 (95 % 0,12-0,71)				
13	Exactitudde la Descripción	0,20	4,52	0,59
14	Objetivos	0,44	4,36	0,70
15	Calidad de la Información	0,31	4,53	0,68
16	Cantidad de Información	0,11	4,68	0,48
17	Información Visual	0,30	4,52	0,59
18	Credivilidad	0,48	3,76	0,66
Calidad Subjetiva - alfa de Cronbach= 0,95 **ICC=** 0,91 (95 % 0,77 - 0,97)				
20	Recomendación Aplicación	0,93	4,08	1,41
21	Veces de Uso aplicación	0,81	3,80	1,29
22	Predisposición de Pago	0,92	2,96	1,24
23	Calificación Aplicación	0,92	3,96	0,27

3.2 DISCUSIÓN

3.2.1 Sitios Web y Catálogos

1. **Acceso:** La mayoría de sitios y catálogos presentan las aplicaciones en forma de una lista, lo cual dificulta encontrar recursos que satisfagan una necesidad específica de los usuarios. En otros sitios como TecnoAccesible [53], las categorías y subcategorías son extensas y aumentan los niveles del árbol de navegación del sitio, aumentando el número de clics necesarios para de llegar a un recurso requerido. Una solución para este problema puede ser aplicar la regla de jerarquía de navegación basada en tres clics, que establece que el usuario debería alcanzar cualquier objetivo dentro del sitio con tres interacciones del mouse [54].

2. **Retroalimentación:** La calificación que el usuario emite sobre un recurso, así como su opinión puede ser muy útil para tomar acciones de mejora. Además, este tipo de información tambien es una de las motivaciones del usuario al momento de descargar una aplicación.

3. **Tipo de Sitio:** Los tipos de sitios identificados difieren tanto en la calidad de recursos

que proveen como en la información que presentan. Los sitios que recopilan información de aplicaciones y la comparten, no suelen mostrar información completa de las aplicaciones, mientras que los sitios que desarrollan soluciones tecnológicas a la medida deben proveer software e información de calidad que cumpla con las expectativas de sus clientes, pues su reputación organizacional está en juego.

4. **Clasificación de las aplicaciones:** La variabilidad en los parámetros de categorización que cada sitio utiliza, dificulta el acceso a las aplicaciones y puede hacer que el usuario desista de la búsqueda antes de haber encontrado una solución tecnológica que se acople a sus necesidades.

3.2.2 Aplicaciones

3.2.2.1 Evaluación de la Aplicaciones

Las aplicaciones que obtuvieron las puntuaciones más altas en la evaluación con MARS fueron: HeptoGo, Skills, y NeuroFit.

La aplicación web HeptoGo obtuvo los puntajes más altos en funcionalidad e información, debido a la calidad de las video guías y a la variedad de ejercicios que se pueden incluir en un plan de rehabilitación. Una ventaja de la aplicación es que funciona en el navegador sin complementos adicionales que dificulten su utilización.

Skills, es una aplicación móvil de carácter lúdico que presenta una historia entretenida. Las puntuaciones más altas las obtuvo debido a su funcionalidad y su estética, sin embargo, en la sección de información, la calificación fue menor debido a que no detalla datos técnicos con respecto a la discapacidad.

Neurofit, es una aplicación móvil para la realización de actividad física durante el tratamiento del Parkinson. Las puntuaciones más altas las obtuvo en cuanto a su funcionalidad y estética, debido a la calidad de las ilustraciones y detalle de los personajes de las animaciones. La aplicación también resultó atractiva porque no necesita conexión a internet para su utilización.

Las aplicaciones que sirven como rampas digitales o ayudas técnicas fueron valoradas como recursos muy útiles, sin embargo, sus calificaciones fueron inferiores en estética debido a que están orientadas a la funcionalidad, mas no al atractivo.

Las aplicaciones que se pueden utilizar como herramientas en las actividades de los profesionales de la rehabilitación, no alcanzaron las puntuaciones más altas, debido a que tienen información extensa y delicada. Por lo tanto, deberían especificar el público para el cual están dirigidas.

3.2.3 Prototipos

3.2.3.1 Prototipo de Baja Fidelidad

Gracias a los resultados de la prueba de navegabilidad realizada sobre el prototipo de baja fidelidad, se pudo identificar las secciones de mayor interacción con el usuario. Por lo tanto, en los prototipos de media y alta fidelidad se buscó dar jerarquía a la barra de navegación, barra de categorías y página de aplicación.

Durante la prueba orientada a tareas se pudo observar que las acciones que le toman mayor número de clics a los usuarios son: crear una cuenta mediante el registro de usuario, dirigirse a la sección de descargas realizadas y visitar la página de perfil de usuario.

Además, las observaciones realizadas por los usuarios, sirvieron para implementar acciones de mejora que se vieron reflejadas en el prototipo de media fidelidad.

3.2.3.2 Prototipo de Media Fidelidad

Los resultados de la encuesta descrita en la sección 2.3.2, permitieron establecer a la barra de categorías como un elemento principal del catálogo digital. Por esta razón, el prototipo de alta fidelidad implementa la barra de categorías como un elemento permanente en todas las secciones del sitio.

La preferencia de los usuarios con respecto al parámetro de categorización utilizado fue el enfoque de las aplicaciones (rehabilitación, uso profesional, autocuidado, movilidad). Por lo tanto, el prototipo de alta fidelidad manejo una categorización que satisfaga las preferencias del usuario y que reduzca los niveles del árbol de navegabilidad.

Las observaciones de los usuarios permitieron añadir nuevos requerimientos, y descartar elementos que dificultan la utilización del catálogo. Se incluyó como requerimiento la restricción de acceso a las aplicaciones de uso profesional debido a la naturaleza de su contenido.

Se descartó el elemento de navegación por reconocimiento de voz, pues algunas personas con daño neuronal no podrían pronunciar correctamente los comandos requeridos, y su funcionalidad era confusa.

3.2.3.3 Prototipo de Alta Fidelidad

Los resultados obtenidos de la evaluación al prototipo de alta fidelidad reflejaron la satisfacción de los usuarios y su disposición a usar la herramienta como complemento a sus actividades.

Durante el test de accesibilidad todas las interfaces presentaron 3 alertas, las cuales corresponden a los links de redes sociales añadidos en el footer del sitio. Esto se debe a que no presentan un texto descriptivo para el usuario, sino el ícono de la red social a la que hacen referencia. Los atributos positivos se deben a que todas las imágenes, botones y campos de entrada poseen textos alternativos que fueron agregados mediante los atributos HTML “alt".

Los participantes calificaron el contenido del catálogo como muy útil, sin embargo, su percepción en cuanto a la navegación varió. El usuario perteneciente al área de terapia física no presento dificultad alguna al desplazarse por las secciones del sitio, mientras que el usuario perteneciente al área de terapia ocupacional requirió mayor número de interacciones para poder completar las tareas planteadas.

La estructura, apariencia y funcionalidad del sitio obtuvieron calificaciones de 4 y 5 en la escala de Likert utilizada en la encuesta descrita en la sección 2.3.3. La satisfacción de los usuarios con respecto a estos elementos quiere decir que los planos de Experiencia de Usuario correspondientes a la estructura, esqueleto, y superficie, cumplieron sus objetivos.

Durante la evaluación del catálogo con la herramienta MARS, los testers hicieron observaciones muy útiles a cerca de la apariencia del sitio, la combinación de colores, funcionalidades adicionales y uso más simple de la terminología. Estas observaciones serán implementadas para mejorar la versión final del catálogo digital de software enfocado a discapacidad motora, y están detalladas en el Anexo 6.3.3.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- La definición de requerimientos iniciales fue el insumo principal para la creación de los primeros prototipos, y para la delimitación de los componentes del catálogo digital. Es importante mencionar que la lista de requerimientos funcionales y de contenido fue sometida a modificaciones a lo largo del proceso de desarrollo, debido a las observaciones y necesidades que los usuarios potenciales manifestaron durante las evaluaciones de cada uno de los prototipos.

- Tanto la arquitectura superficial y la arquitectura del software fueron diseñadas a partir de los requerimientos obtenidos durante el ciclo de desarrollo. Al final se obtuvo una arquitectura homogénea conformada por cuatro tecnologías web (MongoDB, NodeJs, Express, Angular) utilizadas para el cliente, el servidor y el almacenamiento de información, que en conjunto brindan respuestas rápidas a las necesidades de los usuarios.

- La definición del parámetro de categorización del catálogo digital se logró al tomar en cuenta la clasificación de las tecnologías asistivas propuesta por la CIF, y al añadir dos categorías que fueron identificadas durante la evaluación de aplicaciones. Las categorías: rampa digital, herramienta de autocuidado, herramienta de movilidad, herramienta de comunicación alternativa, aplicación de entretenimiento y aplicación para uso profesional, permitieron una navegación amigable y fácil de entender para los usuarios potenciales.

- El diseño del primer prototipo permitió encontrar nuevos requerimientos de los usuarios e identificar las secciones más importantes del catálogo digital, el diseño del segundo prototipo permitió probar la navegabilidad del catálogo digital y descartar elementos que dificultan su utilización, el diseño del tercer prototipo permitió implementar

la funcionalidad del catálogo digital y agregarle características visuales que mejoren la experiencia de los usuarios al utilizarlo.

- La utilización del Prototipado en combinación con Experiencia de Usuario permitió desarrollar versiones parciales del catálogo digital, que fueron utilizadas para realizar pruebas y obtener retroalimentación de los usuarios durante todo el proceso del desarrollo. El prototipado facilitó el incremento de la funcionalidad del catálogo, así como la corrección de errores desde etapas tempranas, mientras que la Experiencia de Usuario ayudó a asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios potenciales.

- Los terapeutas de la Fundación Hermano Miguel, indicaron que la funcionalidad del catálogo digital de software enfocado a discapacidad motora, permite acceder de manera fácil a aplicaciones enfocadas a este tipo de discapacidad. La evaluación de usabilidad evidenció la facilidad de comprensión y de utilización del catálogo por parte de los usuarios. Los terapeutas valoraron el catálogo digital como una herramienta práctica y de gran utilidad al momento de encontrar recursos tecnológicos para sus actividades en el ámbito de la discapacidad motora.

- Al realizar diferentes tipos de evaluaciones sobre el prototipo de alta fidelidad, se pudieron percibir diferentes puntos de vista al momento de emitir una valoración o calificación. La evaluación con los usuarios finales ayudó a garantizar la usabilidad y la evaluación con los testers ayudó a encontrar errores, así como aspectos estéticos y técnicos que aún pueden mejorar.

4.2 RECOMENDACIONES

- La actualización periódica de la información contenida en el catálogo puede promover el interés y continuidad de uso por parte de los usuarios. La revisión permanente de la información de las aplicaciones del catálogo es importante, pues atributos como la versión y requerimientos de ejecución están expuestos a constantes cambios. Los eventos y noticias agregados al catálogo deben ser recientes, para no perder la credibilidad de los usuarios.

- Se deben establecer herramientas de evaluación, métricas de calidad y atributos que

las aplicaciones deban cumplir, antes de ser ingresadas al catálogo digital, para mantener un estándar de contenido.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M. Kano, «Tecnología y Discapacidad: Una mirada pedagógica», Español, vol. XIV, n.º 12, dic. de 2013. dirección: http://www.revista.unam.mx/vol.14/num12/art53/.

[2] S. Collado, M. E. Gonzalez y R. Muñoz, «El fisioterapeuta y las nuevas tecnologías. Fisioterapia e Internet», Español, vol. II, oct. de 2004. dirección: https://revistas.uax.es/index.php/biociencia/article/view/637/593.

[3] CONADIS, «Estadísticas de Personas con Discapacidad Registradas», inf. téc., 2018. dirección: https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/.

[4] CONADIS y SENPLADES, *Agenda Nacional para Discapacidades 2017 al 2021*, Español, 2018. dirección: https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/agenda-nacional-para-la-igualdad-de-discapacidades-2017-2021/.

[5] C. Rodríguez, «Sobre el concepto de discapacidad. Una revisión de las propuestas de la OMS», es, vol. 2, pág. 4, nov. de 2004. dirección: http://www.auditio.com/docs/File/vol2/3/020304.pdf.

[6] World Health Organization, *International classification of functioning, disability and health: ICF*, es, Geneva, 2001. dirección: https://aspace.org/assets/uploads/publicaciones/e74e4-cif_2001.pdf.

[7] T. Muñoa, *Discapacidad Motora y Pedagogía*, Español, jun. de 2015. dirección: https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/39658/1/.

[8] World Health Organization, *Espina bífida e hidrocefalia*. dirección: https://www.who.int/features/2012/spina_bifida/es/ (visitado 28-02-2019).

[9] Organización Mundial de la Salud, *Poliomielitis*. dirección: http://www.who.int/topics/poliomyelitis/es/ (visitado 28-02-2019).

[10] World Health Organization, *Lesiones medulares*, es. dirección: http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury (visitado 27-11-2018).

[11] J. Bevilacqua y N. Earle, «Miopatías inflamatorias», es, *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 29, n.º 6, págs. 611-621, nov. de 2018, ISSN: 0716-8640. DOI: 10.1016/j.rmclc.2018.09.002. dirección: http://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-miopatias-inflamatorias-S0716864018301172 (visitado 27-02-2019).

[12] National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS), *Distrofia muscular*, es, Medic, dic. de 2016. dirección: https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/distrofia_muscular.htm#4 (visitado 27-11-2018).

[13] M. Belmote, J. Castellano, J. Román y J. Rosas, «Enfermedades Reumáticas (Sociedad Valenciana de Reumatología)», es-ES, 2013, ISSN: 987-84-88823-10-6. dirección: http://www.svreumatologia.com/wp-content/uploads/2015/06/Actualizacion-Enfermedades-Reumaticas-Actualizacion-SVR-II-Edicion.pdf.

[14] O. Awolaran, «Fracture Classifications in Orthopaedics», en, sep. de 2013. dirección: https://www.researchgate.net/publication/257067156_Fracture_Classifications_in_Orthopaedics (visitado 27-11-2018).

[15] World Health Organization, «Standards for Prosthetics and Orthotics», es-ES, World Health Organization, Geneva, Madic, 2017. dirección: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259209/9789241512480-part1-eng.pdf.

[16] World Health Organization y The World Bank, «World Report on Disability», en, pág. 350, 2011, ISSN: 9789241564182. dirección: http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report.pdf.

[17] World Confederation for Physical Therapy, «What is physical therapy», en, Geneva, oct. de 2016. dirección: https://www.wcpt.org/what-is-physical-therapy.

[18] American Occupational Therapy Association, «What is Occupational Therapy», en, 2018. dirección: https://www.aota.org/Conference-Events/OTMonth/what-is-OT.aspx.

[19] Disability Federation of Ireland, «Assisteive Technology for People with Disabilities and Older People», en, 2016. dirección: https://www.enableireland.ie/sites/default/files/publication.

[20] V. Basavaraj, *Hearing aid provision in developing countries: An indian case study*, en, nov. de 2011. dirección: https://www.researchgate.net/publication/292421075_Hearing_aid_provision_in_developing_countries_An_Indian_case_study.

[21] T. Nissinen, «User Experience Prototyping - A literature review», en, Bachelors Thesis, University of Oulu, abr. de 2015. dirección: http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201504221415.pdf.

[22] I. Sommerville, *Software Engineering*, en, 9.ª ed. United States of America: Pearson, 2011, ISBN: 0-13-703515-2. dirección: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2150022/mod_resource/content/1/1429431793.203Software.

[23] D. Engelberg y A. Seffah, «A Framework for Rapid Mid-Fidelity Prototyping of Web Sites», en, en *Usability*, J. Hammond, T. Gross y J. Wesson, eds., vol. 99, Boston, MA: Springer US, 2002, págs. 203-215. DOI: 10.1007/978-0-387-35610-5_14. dirección: http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-35610-5_14 (visitado 11-12-2018).

[24] J. Garrett, *The elements of User Experience*, en, 2.ª ed. Unitee States of America: Pearson, 2011. dirección: https://github.com/willianjusten/hangouts/blob/master/ux/The%20Elements%20of%20User%20Experience%20-%20Jesse%20James%20Garrett.pdf.

[25] balsamiq Studios, *Balsamiq*. dirección: https://balsamiq.com/.

[26] CanvasFlip, *Canvas Flip*, en, 2017. dirección: https://www.canvasflip.com/about-us.php.

[27] Bootstrap, *Bootstrap Documentation*. dirección: https://getbootstrap.com/docs/4.1/getting-started/introduction/.

[28] The JQuery Foundation, *JQuery API documentation*, en, 2018. dirección: https://api.jquery.com/.

[29] Node.js Foundation, *Node JS Documentation*, en, 2018. dirección: https://nodejs.org/es/docs/.

[30] Angular.io, *Angular - What is Angular?* Dirección: https://angular.io/docs (visitado 28-02-2019).

[31] Expressjs.com, *Direccionamiento de Express*, es. dirección: https://expressjs.com/es/guide/routing.html (visitado 28-02-2019).

[32] MongoDB, *MongoDB Documentation*, en. dirección: https://docs.mongodb.com/ (visitado 28-02-2019).

[33] Material Design for Bootstrap, *Bootstrap Material Design UI KIT - world most popular & free UI framework*, en. dirección: https://mdbootstrap.com/docs/jquery/ (visitado 28-02-2019).

[34] Cloudinary, *Cloudinary Image & Video Management - Documentation Home | Cloudinary*. dirección: https://cloudinary.com/documentation (visitado 28-02-2019).

[35] Postdot Technologies, Inc., *Installation and updates | Postman Learning Center*. dirección: https://learning.getpostman.com/docs/postman/launching_postman/installation_and_updates (visitado 28-02-2019).

[36] *WAVE Help*. dirección: https://wave.webaim.org/help (visitado 07-03-2019).

[37] GitHub, *GitHub Learning Lab*, en. dirección: https://lab.github.com/ (visitado 28-02-2019).

[38] Microsoft, *Documentation for Visual Studio Code*, en. dirección: https://code.visualstudio.com/docs (visitado 28-02-2019).

[39] Google Inc., *Formularios de Google: crea y analiza encuestas de forma gratuita*. dirección: https://www.google.com/intl/es/forms/about/ (visitado 28-02-2019).

[40] A. Liberati, D. Altman, J. Tetzlaff, C. Mulrow, P. Gøtzsche, J. Ioannidis, M. Clarke, P. Devereaux, J. Kleijnen y D. Moher, «The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration», *Journal of clinical epidemiology*, vol. 62, e1-34, ago. de 2009. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2009.06.006.

[41] S. Stoyanov, L. Hides, D. Kavanagh, O. Zelenko, D. Tjondronegoro y M. Mani, «Mobile App Rating Scale: A New Tool for Assessing the Quality of Health Mobile Apps», en, *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 3, n.º 1, e27, 2015. DOI: 10.2196/mhealth.3422. dirección: https://mhealth.jmir.org/2015/1/e27/ (visitado 27-02-2019).

[42] A. Larco, C. Yanez, V. Almendáriz y S. Luján, «Thinking about inclusion: Assessment of multiplatform apps for people with disability», en, *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, abr. de 2018, ISSN: 2165-9567. dirección: https://ieeexplore.ieee.org/document/8363250.

[43] J. Luquin, «5 planos del UX (Guía Práctica)», es-ES, Mexico, inf. téc., jun. de 2015. dirección: https://issuu.com/josekain68/docs/5_planos_del_ux_issuu (visitado 27-02-2019).

[44] K. Rodden, H. Hutchinson y X. Fu, «Measuring the User Experience on a Large Scale: User-Centered Metrics for Web Applications», 2010. dirección: http://www.rodden.org/kerry/heart-metrics-chi2010.pdf (visitado 27-02-2019).

[45] P. Lynch y S. Horton, *Web Style Guide, 4th Edition: Foundations of User Experience Design*, 4th. New Haven, CT, USA: Yale University Press, 2016, ISBN: 978-0-300-21165-8.

[46] Material Design, *Homepage*, en. dirección: https://material.io/ (visitado 28-02-2019).

[47] W3C Working Group, *Techniques for WCAG 2.1*, jun. de 2018. dirección: https://w3c.github.io/wcag/21/guidelines/#conformance-to-wcag-2-1 (visitado 28-02-2019).

[48] J. Poulter, S. Johnston y S. Cox, «Using the MEAN Stack to implement a RESTful service for an Internet of Things Application», en, en *ResearchGate*, feb. de 2016. DOI: DOI:http://dx.doi.org/10.1109/WF-IoT.2015.7389066. dirección: https://www.researchgate.net/publication/299426406_Using_the_MEAN_Stack_to_implement_a_RESTful_service_for_an_Internet_of_Things_Application (visitado 28-02-2019).

[49] P. Morville y L. Rosenfeld, *Information Architecture for the World Wide Web: Designing Large-Scale Web Sites, 3rd Edition*, English, 3rd edition. Sebastopol, CA: O Reilly Media, dic. de 2006, ISBN: 978-0-596-52734-1.

[50] V. Almendáriz, «Catálogo Digital de Software para personas con Discapacidad Intelectual», es, Bachelors Thesis, Escuela Politécnica Nacional, 2017. dirección: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18990.

[51] bjadaptaciones.com, *BJ Adaptaciones*. dirección: https://bjadaptaciones.com/ (visitado 28-02-2019).

[52] Government of Aragon, *ARASAAC: Aragonese Portal of Augmentative and Alternative Communication*. dirección: http://www.arasaac.org/ (visitado 28-02-2019).

[53] Tecnoaccesible, *Revista de tecnologías de apoyo y accesibilidad | TecnoAccesible*. dirección: https://tecnoaccesible.net/revista-de-tecnologias-de-apoyo-y-accesibilidad (visitado 28-02-2019).

[54] J. Zeldman, *Taking Your Talent to the Web: A Guide for the Transitioning Designer*, English. Indianapolis, Ind: New Riders Publishing, mayo de 2001, ISBN: 978-0-7357-1073-3.

6 ANEXOS

Los siguientes anexos se encuentran en el disco que se adjunta a este documento.

6.1 INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

6.1.1 Sitios Web y Catálogos

6.1.2 Aplicaciones

6.2 PROTOTIPOS

6.2.1 Prototipo de Baja Fidelidad

6.2.2 Prototipo de Media Fidelidad

6.2.3 Prototipo de Alta Fidelidad

6.3 EVALUACIONES DE LOS PROTOTIPOS

6.3.1 Prototipo de Baja Fidelidad

6.3.2 Prototipo de Media Fidelidad

6.3.3 Prototipo de Alta Fidelidad

6.4 MANUALES

6.4.1 Manual de Usuario

6.4.2 Manual de Desarrollador

6.5 ACTAS