ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

CATÁLOGO DIGITAL DE SOFTWARE PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL

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

VANESSA ESTEFANÍA ALMENDÁRIZ UNDA
almendarizu.vanessa@gmail.com

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

Quito, diciembre 2017

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Vanessa Estefanía Almendáriz Unda, bajo mi supervisión.

Ing. Enrique Andrés Larco Ampudia MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo, Vanessa Estefanía Almendáriz Unda, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada 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.

Vanessa Estefanía Almendáriz Unda

DEDICATORIA

A mi papá y mamá, por inculcarme responsabilidades, siempre buscando que sea mejor. Por cada reto y dificultad que hemos enfrentado.

A mis hermanos, por ser mi compromiso y fuerza para seguir adelante. Por preguntarme si ya me gradué y motivarme a continuar.

A todas las personas con discapacidad intelectual que necesitan ayuda. Esto es para ustedes.

A mí futura yo, para que recuerde lo que he logrado y que no hay limitaciones.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por la paciencia, el tiempo y el esfuerzo invertido para apoyarme en terminar este primer objetivo.

Al Instituto Fiscal de Educación Especial del Sur por permitirnos realizar las entrevistas y pruebas de usabilidad con sus docentes.

A mi director, Ing. Andrés Larco, por su ejemplo y apoyo académico. Sus palabras como maestro y amigo, me enseñaron que no importa lo que hagan las demás personas, nunca hay que olvidarse quiénes somos y qué queremos para nuestras vidas.

A todos los participantes de las pruebas de usabilidad de los diferentes prototipos por brindar su interés y opinión.

A David, por su apoyo y consejos que fueron útiles para mejorar el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

Resumen **1**

Abstract **2**

1 INTRODUCCIÓN **3**

1.1 ANTECEDENTES 3

1.2 OBJETIVOS 4

1.3 ALCANCE 5

1.4 MARCO TEÓRICO 5

1.4.1 Discapacidad Intelectual 5

1.4.2 Justificación de la metodología de desarrollo 10

1.4.3 Herramientas 13

1.5 INVESTIGACIÓN PRELIMINAR 18

1.5.1 Sitios web y catálogos 18

1.5.2 Aplicaciones 21

1.6 ESTRUCTURA DEL PROYECTO 23

2 METODOLOGÍA **24**

2.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO 24

2.1.1 Estrategia 24

2.1.2 Alcance 29

2.1.3 Estructura 33

2.1.4 Esqueleto 39

2.1.5 Superficie 42

2.2 PROTOTIPO 46

2.2.1 Desarrollo 46

2.2.2 Evaluación de los prototipos 60

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN **67**

3.1 RESULTADOS 67

3.1.1 Sitios web y catálogos 67

3.1.2 Aplicaciones 68
3.1.3 Evaluación de los prototipos 75
3.2 DISCUSIÓN 85
3.2.1 Sitios web y catálogos 85
3.2.2 Aplicaciones 86
3.2.3 Evaluación de los prototipos 88
3.2.4 Evaluación del proyecto 91

4 CONCLUSIONES **92**

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **94**

6 ANEXOS **I**

A Publicaciones **I**

B Investigación preliminar **I**
B.1 Sitios web y catálogos de software I
B.2 IFEE I
B.3 Evaluación de aplicaciones con MARS I

C Prototipos **I**
C.1 Baja fidelidad I
C.2 Media fidelidad I
C.3 Alta fidelidad I

D Manuales **I**
D.1 Manual del usuario I
D.2 Manual del desarrollador I

RESUMEN

Existen sitios web y catálogos que socializan aplicaciones educativas para las personas con discapacidad. Sin embargo, el acceso es confuso y las aplicaciones no se encuentran categorizadas, existen sólo listas de aplicaciones. Además, estos sitios no existen en Ecuador.

El objetivo del proyecto fue desarrollar un catálogo digita fácil de usar para los terapeutas. Se realizó una búsqueda sistemática para identificar sitios web y catálogos de discapacidad intelectual, de donde se obtuvieron características y necesidades. Además, se obtuvieron los requisitos funcionales y no funcionales de los terapeutas. Con la información obtenida, se implementó el catálogo combinando los 5 planos del User Experience y prototipado. Para incluir las aplicaciones en el catálogo, se hizo una revisión sistemática y se evaluaron las aplicaciones con la herramienta Mobile App Rating Scale (MARS).

Con las características encontradas, se especificó que el catálogo será del tipo desarrollador y promotor. El acceso se limitó a tres clics y se incluyó la retroalimentación en las preguntas y comentarios de las aplicaciones. La categorización del catálogo se definió de acuerdo al tipo de discapacidad y todas las aplicaciones incluidas poseen una buena calidad de acuerdo a MARS.

En conclusión, el catálogo es simple, intuitivo y usable. Fue validado por los terapeutas del Instituto de Educación Especial del Sur y se consideró un sitio web de gran utilidad para la búsqueda de aplicaciones inclusivas.

Palabras clave: *catálogo, educación, aplicaciones, experiencia del usuario, discapacidad intelectual*

ABSTRACT

There are websites and catalogs that promote learning applications for people with disabilities, but the access is difficult. The applications are not categorized, they are listed. Furthermore, these websites do not exist in Ecuador.

The objective of this project was to develop an easy-to-use digital catalog for therapists. Systematic reviews were conducted to identify websites and catalogs of intellectual disabilities, from which characteristics and needs were found. Also, therapists provided functional and non-functional requirements. With the information, the catalog was implemented combining the 5 planes of the User Experience and prototyping methods. To include the applications in the catalog, a systematic review was made and the applications were evaluated with the Mobile App Rating Scale (MARS).

With the characteristics found, it was specified that the catalog will be a developer and promoter catalog. The access was limited to three clicks and feedback was included in the questions and comments of the applications. The categorization of the catalog was defined by the type of disability and all the included applications have a good quality according to MARS.

In conclusion, the catalog is simple, intuitive and usable. It was validated by the therapists of Instituto de Educación Especial del Sur and it was considered a very useful website for the search of inclusive applications.

Keywords: *catalog, education, applications, user experience, intellectual disability*

1 INTRODUCCIÓN

Esta sección describe los antecedentes, objetivos y alcance del proyecto integrador. También, se detalla la estructura del proyecto, el marco teórico y la investigación preliminar.

1.1 ANTECEDENTES

El acceso a la tecnología en la educación es esencial para el desarrollo de habilidades, destrezas y brinda beneficios como la mejora de procesos educativos [1]. El software ha permitido reducir las barreras de usabilidad y accesibilidad para todas las personas.

Las personas con discapacidad intelectual tienen dificultades para aprender de la manera tradicional [2]. Por esta razón, existen instituciones especializadas en las discapacidades que usan la tecnología como apoyo para el aprendizaje. Sin embargo, no todas las personas con discapacidad intelectual tienen las mismas oportunidades de acceder a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). El acceso desigual a las TIC ha creado una brecha digital [3]. Las personas con discapacidad y sus familias, así como los investigadores sociales y de salud, han identificado las barreras sociales como determinantes de la discapacidad, ya que dificultan el acceso a la comunicación, la información y el entorno físico de este grupo de atención prioritaria [4]. Las aplicaciones ayudan a los terapeutas a reforzar y mejorar las capacidades de las personas con discapacidad intelectual, promoviendo una mejor calidad de vida para ellos y sus familias.

En países como España y Argentina, las instituciones promueven aplicaciones a través de sitios web y catálogos. El problema con el uso de las aplicaciones educativas es el grado de dificultad en la búsqueda de las mismas. Los sitios web no tienen las aplicaciones en categorías, por lo general, son presentadas en una lista. La búsqueda es confusa, el

terapeuta tiene que hacer cinco o más clics para acceder y descargar las aplicaciones. Además, no existe un catálogo digital para buscar aplicaciones educativas en el Ecuador.

En el Ecuador, hay 89 instituciones que ofrecen educación especial. Pero, estas instituciones dependen del presupuesto designado para los recursos educativos. Es decir, un número reducido de las instituciones utilizan pocas aplicaciones educativas [5]. Cada institución y terapeuta busca en función a su experiencia el software que se adapta a sus necesidades y se guía en el uso de forma independiente.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos para la realización de este proyecto, se detallan a continuación:

Objetivo General

Desarrollar un catálogo digital de software para personas con discapacidad intelectual.

Objetivos Específicos

- ❒ Investigar las aplicaciones de aprendizaje existentes para discapacidad intelectual de cinco países de Iberoamérica (España, Argentina, México, Chile, Ecuador).
- ❒ Probar la funcionalidad de al menos diez aplicaciones encontradas, en un ambiente de prueba.
- ❒ Levantar los requerimientos de los terapeutas del Instituto Fiscal de Educación Especial del Sur para el manejo del catálogo digital de software.
- ❒ Implementar tres prototipos del catálogo digital de software.
- ❒ Validar en términos de funcionalidad y usabilidad el prototipo de alta fidelidad del catálogo digital de software con los terapeutas del Instituto Fiscal de Educación Especial del Sur.

1.3 ALCANCE

El trabajo realizado para este proyecto se dividió en cuatro fases:

- **Investigación Preliminar**

  Los sitios web y catálogos existentes fueron analizados para encontrar necesidades del usuario y mejoras que se puedan implementar en el catálogo digital. Además, se hizo la búsqueda de aplicaciones de discapacidad intelectual. Estas aplicaciones fueron seleccionadas y evaluadas.

- **Experiencia del usuario**

  La metodología de la experiencia del usuario fue utilizada para verificar todos los aspectos de diseño para el catálogo digital.

- **Prototipado**

  Las interfaces fueron desarrolladas y dividas en tres prototipos de acuerdo a su fidelidad. El primero prototipo fue creado como una solución a los problemas de los sitios y catálogos existentes. A continuación, un prototipo de media fidelidad fue desarrollado para demostrar cómo funciona el catálogo de software. Finalmente, un prototipo de alta fidelidad fue implementado usando los aspectos de la experiencia del usuario y las mejoras de los prototipos anteriores.

- **Evaluación de calidad**

  Los prototipos fueron evaluados de manera que cumplan con los requerimientos y aspectos de la experiencia del usuario.

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 Discapacidad Intelectual

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la discapacidad como un estado de salud [6]. El término abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Es decir, refleja la interacción entre las características del organismo

humano y las características de la sociedad en la que vive [7]. Por este motivo, la OMS definió un “lenguaje” que permita a las personas comunicarse en términos claros y recopilar información sobre las discapacidades.

La discapacidad intelectual es una discapacidad caracterizada por limitaciones significativas tanto en el funcionamiento intelectual y en la conducta adaptativa, que abarca muchas habilidades sociales y prácticas cotidianas. Esta discapacidad se origina antes de los 18 años [8].

Para el diagnóstico de una persona con discapacidad intelectual, se utilizan los tres sistemas internacionales de clasificación [9]:

1. La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF).
2. Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, en inglés Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV).
3. El marco de referencia de la Asociación Americana de Discapacidades intelectuales y del Desarrollo, en inglés American Association on Intellectual and Developmental Disabilities (AAIDD).

CIF

La CIF tiene como objetivo brindar un lenguaje unificado y estandarizado, y un marco conceptual para la descripción de la salud y los estados “relacionados con la salud” [6]. La CIF permite evaluar si se consideran todas las dimensiones del funcionamiento y la relación entre la condición de salud y los factores contextuales. En la Figura 1.1, se puede ver la interacción de los componentes. Es así que, el modelo CIF es un marco referencial para la definición, medición y formulación de políticas con respecto a la salud y las discapacidades en general.

La CIF al definir de manera global a las discapacidades, se convierte en un punto de partida para entender factores y características de la discapacidad intelectual.

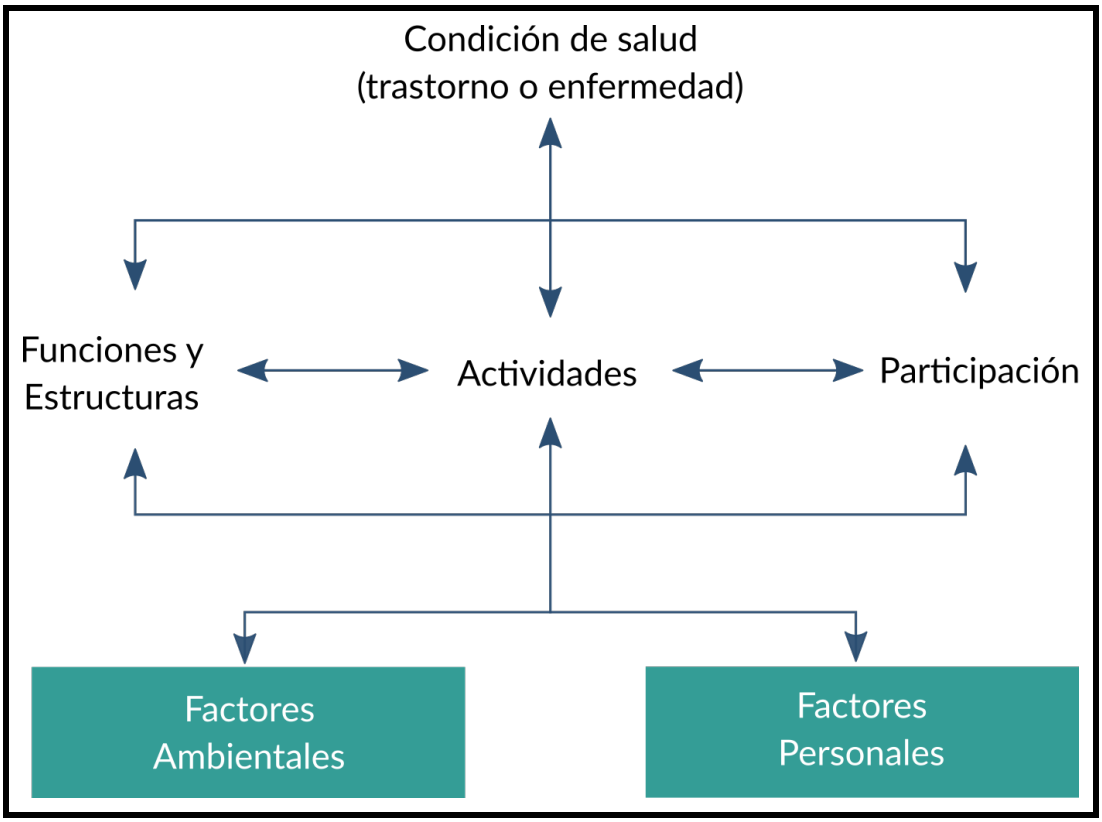


Figura 1.1: Interacción entre los componentes de la CIF [6].

DSM - IV

El DSM - IV es un sistema de clasificación que contiene descripciones, síntomas y otros criterios para diagnosticar trastornos mentales. Este manual facilita la comunicación entre profesionales de la psicopatología. Es utilizado en general por personas con experiencia clínica, ya que se usa como una guía y debe ser acompañada de juicio clínico además de los conocimientos profesionales y criterios éticos necesarios [10] [11]. Actualmente, está en la edición quinta, denominada DSM-V.

AAIDD

La AAIDD propuso un marco de referencia conceptual del funcionamiento humano, que se puede ver en la Figura 1.2. El modelo de la AAIDD, es un sistema especializado en discapacidad intelectual, que se basa en la CIF pero que posee dos componentes principales: cinco dimensiones (habilidades intelectuales, conducta adaptativa, salud, participación y contex-

to) y el rol de los apoyos o soportes que juega un papel importante en el funcionamiento humano [8] [12].

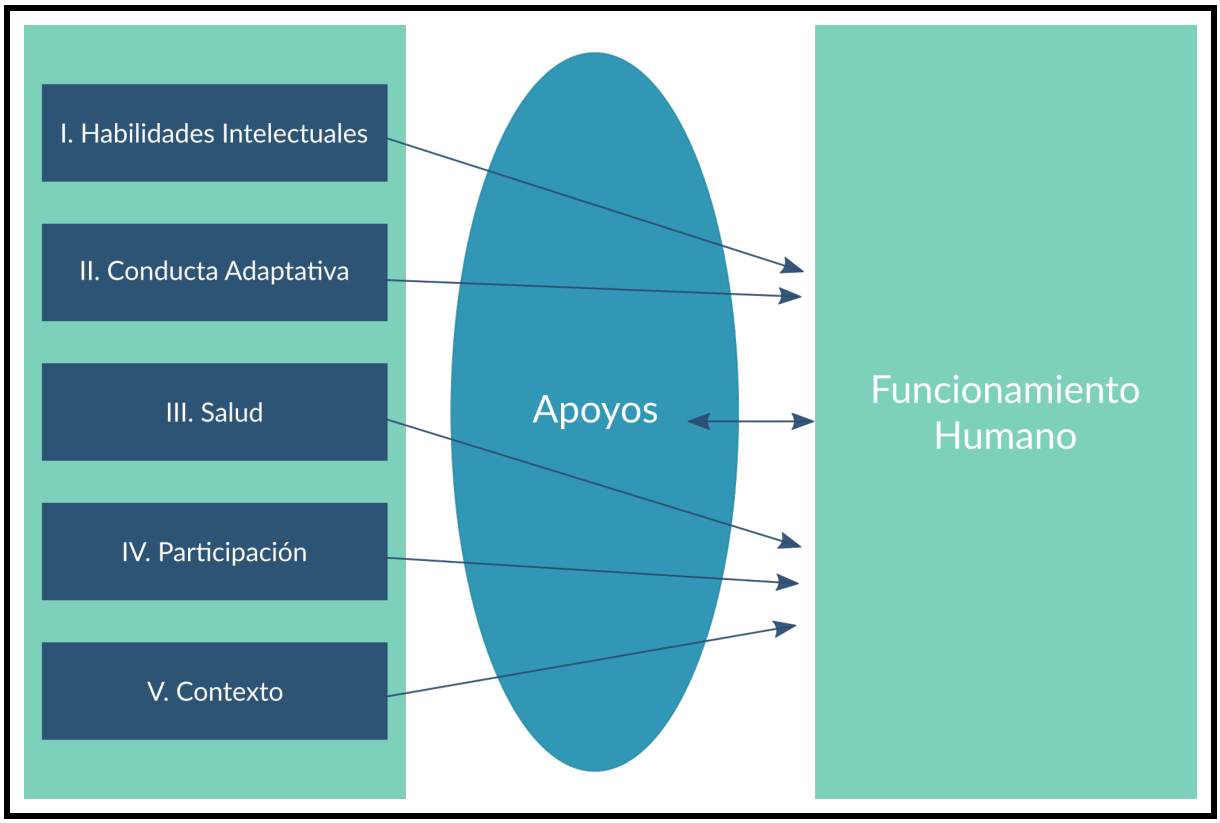


Figura 1.2: Marco de referencia conceptual del funcionamiento humano [8].

1.4.1.1 Clasificación de la Discapacidad intelectual

A partir de la CIF, existen una serie de trabajos relacionados que buscan relacionar los factores etiológicos para proponer una clasificación general de la discapacidad intelectual.

Gregorio Katz brinda dos aportes importantes para la clasificación de la discapacidad intelectual. Primero, establece factores etiológicos conectando los factores causales relacionados con la discapacidad cognitiva. Estos factores son genéticos, adquiridos (congénitos y de desarrollo), ambientales y sociocultural. En segundo lugar, realiza la clasificación de la discapacidad intelectual de acuerdo al grado de discapacidad (leve, moderado severo y profundo) y los divide en tres de acuerdo a grupos de edad [13].

Buntinx y Schalock relacionan los tres tipos de modelos que se usan para entender la dis-

capacidad intelectual (funcionalidad / discapacidad humana, calidad de vida y apoyo o soporte). Los modelos reflejan un consenso respecto al marco conceptual y medición que los profesionales deben utilizar en sus interacciones con las personas con discapacidad intelectual [12]. El aporte de Buntinx y Shalock brinda una guía que permite entender cómo debe ser desarrollado el catálogo de software, ya que facilita la comunicación y conceptualización de la discapacidad intelectual con las necesidades que se desean satisfacer con el presente proyecto.

Finalmente, Schalock presenta en el 2015 un framework con las cinco dimensiones del funcionamiento humano del modelo de la AAIDD, agregadas las necesidades de apoyo y relaciona cada componente del framework con los objetivos principales de la clasificación. Estos son describir los niveles funcionales, operacionalizar el nivel de las necesidades de apoyo, definir el estado de salud y determinar el estatus legal [14].

1.4.1.2 Discapacidad múltiple, síndromes y transtornos

Síndrome de Down

El síndrome de Down es un tipo de discapacidad intelectual causado por material genético extra en el cromosoma 21. La incidencia estimada de síndrome de Down está entre 1 en 1.000 a 1 en 1.100 nacidos vivos en todo el mundo [15]. Según el National Institutes of Health (NIH), los síntomas intelectuales y de desarrollo son el deterioro cognitivo, los problemas con el pensamiento y el aprendizaje, es común en las personas con síndrome de Down y por lo general oscila entre leve y moderada [16].

Autismo

Uno de cada 160 niños tiene un Trastorno del Espectro Autista (TEA). El TEA que consisten en una serie de condiciones caracterizadas por un cierto grado de deterioro del comportamiento social, la comunicación y el lenguaje, y una estrecha gama de intereses y actividades que son únicas para el individuo y llevadas a cabo repetidamente. Los TEA comienzan en la infancia pero tienden a persistir en la adolescencia y la edad adulta. En la mayoría de los

casos las condiciones se manifiestan durante los primeros 5 años de vida [17].

Parálisis cerebral

La parálisis cerebral se considera un trastorno neurológico causado por una lesión cerebral no progresiva o malformación que ocurre mientras el cerebro del niño está en desarrollo. Es la discapacidad motora más común en la infancia. Los estudios informan estimaciones de prevalencia de parálisis cerebral que van de 1,5 a más de 4 por 1.000 nacidos [18]. La parálisis cerebral probablemente mostrará signos de deterioro físico, deterioro intelectual, convulsiones, y pérdida de la visión o la audición también es común [19].

Discapacidad intelectual no determinada

Existen casos en que no es posible establecer las causas, patologías o explicación en el ámbito clínico sobre las razones de la discapacidad de una persona. Los terapeutas denominan estos casos como discapacidad intelectual no determinada (ver Anexo B.2).

1.4.2 Justificación de la metodología de desarrollo

El catálogo digital de software pretende facilitar el acceso y hacer intuitiva la búsqueda de los programas. La combinación de User Experience (UX) y Prototipado permiten enfocarse en las necesidades del usuario y el diseño del catálogo digital de software. El desarrollo del proyecto integrador se basa en los cinco planos del UX y los prototipos.

1.4.2.1 Prototipado

El prototipado es el proceso de desarrollo de una versión inicial de software para demostrar y estudiar su funcionalidad, apariencia u opciones de diseño [20] [21]. Un prototipo se puede utilizar en el proceso de desarrollo de software para ayudar a anticipar los cambios necesarios [20]:

- ❒ En el proceso de ingeniería de requisitos, un prototipo puede ayudar con la elicitación y validación de los requisitos del sistema.
- ❒ En el proceso de diseño del sistema, se puede utilizar un prototipo para explorar soluciones de software y soportar el diseño de la interfaz de usuario.

El prototipado permite la retroalimentación temprana del producto. Esto es importante porque permite centrar el desarrollo en soluciones que el usuario realmente necesita. También permite al equipo tener una clara idea de qué se está construyendo y al usuario visualizar si el sistema soluciona su problema. El usuario puede tener nuevos requerimientos y encontrar áreas funcionales o errores en el software [20]. Debido a que existen niveles de prototipado, es importante revisar los objetivos planteados para escoger el nivel de fidelidad de un prototipo. La fidelidad del prototipo se refiere al grado que el prototipo representa el producto final. Existen tres tipos de prototipos y se describen a continuación [21]:

1. **Baja fidelidad:** el prototipo de baja fidelidad es una forma eficiente de analizar el diseño, predecir las preferencias en el producto real, explorar las ideas de manera flexible para la participación de los usuarios en el proceso de diseño y permitir la visualización de posibles soluciones.
2. **Media fidelidad:** el prototipo de media fidelidad es la mejor implementación entre los de baja y alta fidelidad. Permite una combinación de vistas de alto nivel y detalladas, cambios rápidos e iterativos y la capacidad de realizar pruebas de usuario significativas para evaluar funcionalidades complejas y para ayudar a determinar los detalles del sistema.
3. **Alta fidelidad:** los prototipos de alta fidelidad, por otro lado, a menudo son un conjunto casi completo de características, funcionalidad y conexiones. Son sistemas muy detallados que son costosos de crear, difíciles de cambiar rápidamente, y por lo general requieren prácticas de desarrollo para obtener el sistema funcional.

1.4.2.2 UX

Según Garret, UX es la experiencia que el producto crea para las personas que lo usan en el mundo real [22]. Cuando se está desarrollando un producto, se presta atención a lo que

hace y el diseño se enfoca en la estética. Sin embargo, no se considera cómo funciona en el exterior, donde una persona entra en contacto con él [22]. También, Lynch menciona que en muchos sitios, los usuarios son contribuyentes activos, es decir, influyen en si un sitio web ofrece una experiencia agradable y accesible al usuario [23].

La metodología de los cinco planos del UX creada por Garrett (ver Figura 1.3), es una ruta en el proceso de diseño y desarrollo para el UX [23]. Los cinco planos consisten en verificar que ningún aspecto de la experiencia del usuario haya sido excluido o asumir por "obvia" su implementación en el desarrollo de un producto o servicio. Esto significa que se considera cada acción, funcionalidad y característica, que el usuario pueda entender a través de la navegación y uso de un sitio web. A continuación, se describe cada plano desde lo más abstracto a lo más concreto [22] [23]:

1. **Estrategia:** al definir la estrategia permite saber qué se quiere del producto para la organización o proyecto y qué se logra para los usuarios. Informa las decisiones que se debe tomar sobre cada aspecto de UX. Los elementos son las necesidades del usuario y objetivos del producto.

2. **Alcance:** el alcance se establece claramente cuando se traduce las necesidades de los usuarios y los objetivos del producto, en los requisitos específicos del contenido y funcionalidad del producto que se ofrecerá a los usuarios. Los elementos son la definición de requerimientos, las especificaciones de funcionalidades y los requerimientos del contenido.

3. **Estructura:** se desarrolla una estructura conceptual del sitio para determinar cómo las piezas encajan para formar un todo. Los elementos son el diseño de la interacción y la arquitectura de la información.

4. **Esqueleto:** se refina la estructura, identificando aspectos específicos de la interfaz, la navegación y el diseño de la información que harán que la estructura intangible sea concreta. Los elementos son el diseño de la interfaz, navegación e información.

5. **Superficie:** el contenido, la funcionalidad y la estética se unen para producir un diseño acabado que agrada a los sentidos mientras cumple todos los objetivos de los otros cuatro planos. El elemento es el diseño visual.

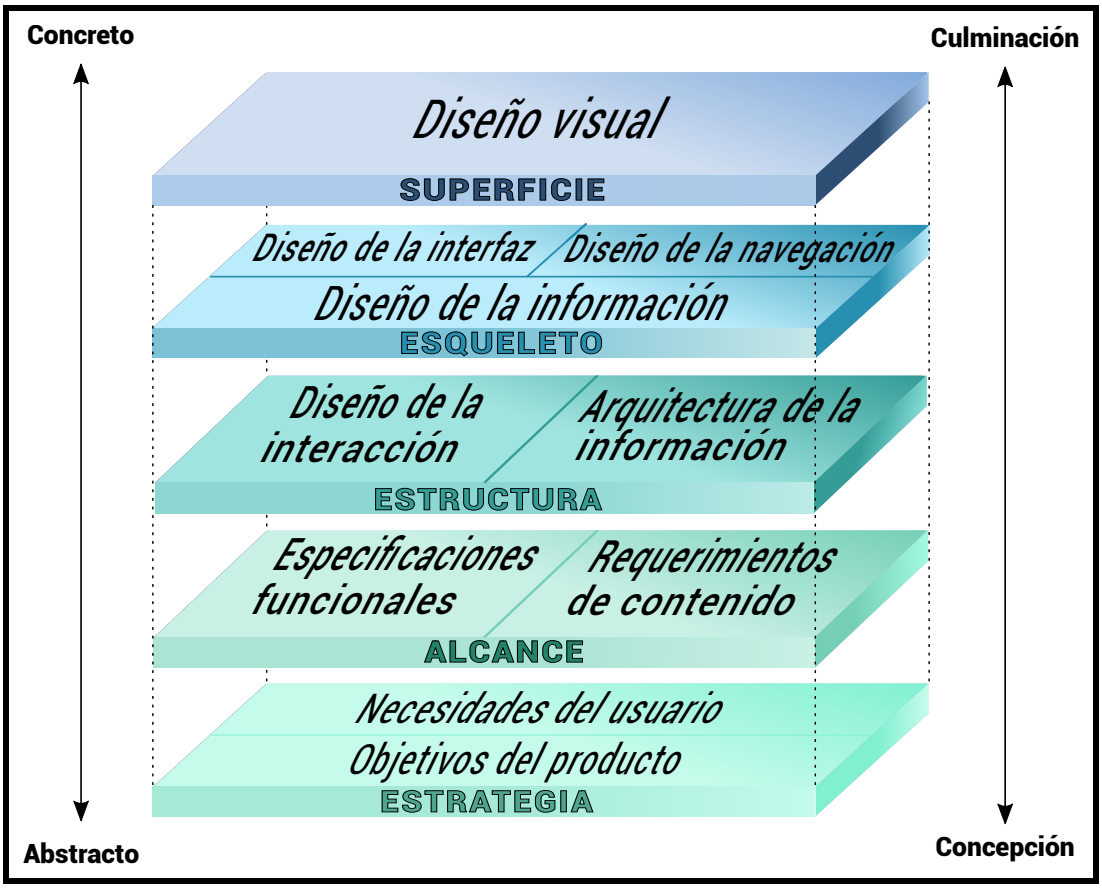


Figura 1.3: Los 5 planos del UX [22].

1.4.3 Herramientas

Se utilizaron diferentes herramientas para el desarrollo del proyecto integrador. Las herramientas se clasificaron en herramientas de diseño de las interfaces del usuario, en inglés User Interface Design (UID), programación, repositorios y otros. A continuación, se describen las herramientas usadas.

1.4.3.1 UID

Balsamiq Mockups

Balsamiq Mockups es una herramienta rápida para esquemas funcionales, en inglés wireframes, que ayudan a trabajar más rápido e inteligente. Reproduce la experiencia de dibujar

en una pizarra creando wireframes de baja fidelidad y permite enfocarse en el UX [24].

Bootstrap

Bootstrap es un componente front-end que permite construir proyectos responsive y móviles en la web. Es un conjunto de herramientas de código abierto para desarrollar con HTML, CSS y JS. Rápidamente, se puede realizar prototipos o construir su aplicación completa con variables y mixins de Sass, un sistema de grilla responsive, componentes pre-construidos y plugins potentes construidos sobre jQuery [25].

Material Design

Material Design es un lenguaje de diseño desarrollado por Google. Sintetiza los principios clásicos del buen diseño con la innovación y la posibilidad de la tecnología y la ciencia. De esta forma, permite una experiencia unificada a través de plataformas y tamaños de dispositivos [26].

Canvasflip

CanvasFlip es una plataforma de pruebas y colaboración de diseño basada en la nube, que permite a los diseñadores crear prototipos de diseño y capturar análisis en sus diseños. Además, muestra un resumen de la evaluación con las interacciones, el tiempo usado y comentarios [27].

A continuación, se describen las funcionalidades de Canvasflip usadas en el proyecto [27]:

- **User video:** esta característica graba y reproduce cada punto de contacto del usuario con el prototipo. Permite ver cómo los usuarios usan el prototipo de forma remota.
- **Conversion funnel:** es un análisis de conversión paso a paso acumulado en el prototipo. Cada pantalla se asigna con sesiones totales y el número de drop-offs. Muestra la velocidad que los usuarios completan cada paso para alcanzar una meta general.

Permite la comprensión de cómo un sitio web está realizando y es uno de los elementos fundamentales de la medición de las interacciones de los usuarios con el sitio.

- ❒ **Interaction heatmap:** eermite entender qué áreas o elementos de la página son los más interesantes y atractivos. Es posible descubrir dónde están interactuando los usuarios con las pantallas.
- ❒ **Visual inspector:** es una extensión de Chrome que permite editar los sitios web, sin necesidad de cambiar el código. Posee las siguientes funcionalidades: editar propiedades, texto y diseño, ver color y tipografía y permite descargar las imágenes de un sitio web.

1.4.3.2 Programación

Node.js

Es un entorno de ejecución multiplataforma que usa un modelo de operaciones Entrada / Salida (E/S) sin bloqueo y orientado a eventos, que lo hace liviano y eficiente. Los paquetes de Node.js, npm, es el ecosistema más grande de librerías de código abierto en el mundo. Está destinado a la creación de programas de red escalables, tales como servidores web [28].

Angular

Angular es una plataforma que facilita la creación de aplicaciones para la web. Angular combina plantillas declarativas, inyección de dependencia, herramientas de extremo a extremo y las mejores prácticas integradas para resolver los desafíos del desarrollo. Angular incentiva a los desarrolladores para crear aplicaciones que viven en la web, móviles o en el escritorio [29]. En la Figura 1.4, se muestra la arquitectura de una applicación con Angular. A continuación se describen sus principales bloques [30].

- ❒ **Modules:** las aplicaciones de Angular son modulares, se conocen como NgModules. Un module es una clase con el decorador @NgModule. Los decoradores son

funciones que modifican las clases JavaScript y adjuntan metadatos a las clases. Un ejemplo son los libraries modules. Son una colección de módulos de JavaScript. Cada nombre de la biblioteca Angular comienza con el prefijo @angular.

- ❒ **Components:** controlan una zona de espacio de la pantalla, llamada vista. Un component interactúa con la vista a través de una serie de propiedades y métodos, en los que se define la lógica de negocio.

- ❒ **Templates:** son elementos HTML que indican a Angular cómo se debe representar el component. Además, posee etiquetas y atributos especiales que son parte de la sintaxis de templates de Angular.

- ❒ **Metadata:** contienen la información que Angular necesita para procesar una clase.

- ❒ **Data binding:** es el enlace de la información que se mostrará en la plantilla HTML. Existen cuatro tipos de data binding: interpolation, property binding, event binding, two-way data binding.

- ❒ **Directives:** es una clase con metadata pasados al decorador @Directive, y sirve para unir la clase con la metadata.

- ❒ **Services:** es una categoría amplia que abarca cualquier valor, función o característica que necesite la aplicación.

- ❒ **Dependency injection:** la inyección de dependencias es una manera de proporcionar una nueva instancia de una clase con las dependencias que requiere. La mayoría de las dependencias son serviciosl

Typescript

TypeScript es un lenguaje de programación de código abierto, llamado también Superset de Javascript. Un superset es un lenguaje escrito sobre otro lenguaje, es decir TypeScript compila en Javascript nativo [31].

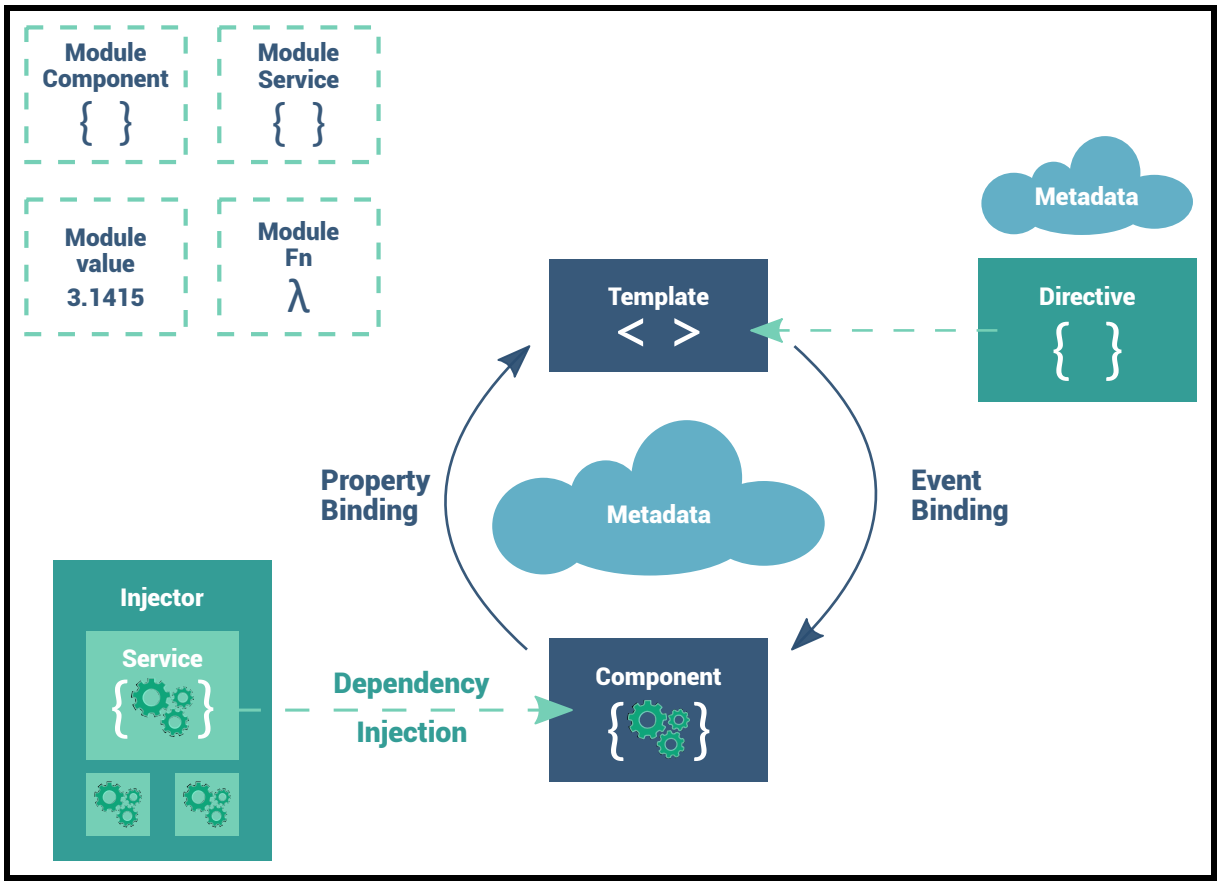


Figura 1.4: Arquitectura de Angular [30].

1.4.3.3 Repositorios y otros

Codeanywhere

Codeanywhere es una plataforma de colaboración para desarrolladores. Permite compartir archivos, carpetas o entornos de desarrollo completos para colaborar juntos en tiempo real [32].

GitHub

GitHub es una plataforma de desarrollo de código abierto. Puede alojar y revisar código, administrar y crear proyectos [33].

Atom

Atom es un editor de texto desarrollador por GitHub. Posee sintaxis de programación, es moderno, accesible y útil para desarrolladores [34].

Google Forms

Google Forms permite gestionar los registros de eventos, preparar encuestas rápidas, recopilar direcciones de correo electrónico para un boletín de noticias o crear pruebas. Además, automáticamente analiza y organiza la información en gráficos [35].

1.5 INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

La búsqueda y evaluación de las aplicaciones educativas existentes para el catálogo de software, se realizó de la siguiente manera:

Primero, se realizó la búsqueda de los sitios web y catálogos existentes que brindan soluciones tecnológicas a las discapacidades siguiendo las directrices de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) [36]. Después, se hizo un análisis de las características de estos sitios y catálogos.

Segundo, tomando de referencia los sitios web y catálogos encontrados, se hizo nuevamente una búsqueda de las aplicaciones existente para discapacidad intelectual usando PRISMA en cinco países de Iberoamérica.

Tercero, se seleccionó las aplicaciones de acuerdo a criterios y características.

Finalmente, las aplicaciones fueron evaluadas usando la metodología Mobile Application Rating Scale (MARS).

1.5.1 Sitios web y catálogos

La búsqueda sistemática de sitios web y cátalogos se llevó a cabo utilizando el buscador de Google. Los términos de las búsquedas fueron “software discapacidad intelectual”, “ca-

talogo software discapacidad intelectual” y “sitio web software discapacidad intelectual”. El motor de búsqueda devolvió un gran número de resultados, por esta razón, se realizó una preselección de los resultados para cada término de la búsqueda.

Los sitios web y catálogos elegidos cumplieron los siguientes criterios: páginas sobre productos de apoyo, ayudas técnicas, aplicaciones sobre discapacidad intelectual y aprendizaje. Se excluyeron los sitios web y catálogos duplicados, sitios informativos y blogs, sitios con contenido irrelevante para el aprendizaje de personas con discapacidad intelectual, los sitios que sólo redirigían y no funcionaban y finalmente catálogos no digitales en formato pdf o folletos.

La información que se extrajo de cada sitio web y catálogo incluido para el análisis se presenta en la Tabla 1.1. El resumen de los sitios y catálogos analizados se muestra en la Tabla 1.2, para más detalle se puede ver en el Anexo B.1. La preselección permitió identificar sitios web y catálogos sobre discapacidad intelectual y aplicaciones de aprendizaje. El análisis de los sitios web y catálogos existentes permitió implementar estrategias e identificar características que se mejoraron para el presente proyecto. Los resultados obtenidos se muestran en la sección 3.1.1.

Característica	Descripción
Nombre:	Nombre del sitio web o catálogo
URL:	Link de acceso a la página principal del sitio web o catálogo
País:	Lugar o país de origen del sitio web o catálogo
Categorización:	Organización y especificación de categorías y subcategorías
Quiénes son:	Gobiernos, Instituciones educativas o NGOs relacionadas con el proyecto
Acceso:	Número de clics que realiza el usuario para descargar una aplicación
Detalles:	Información y características importantes o sobresalientes de la página
Capturas:	Capturas de la página de inicio y secundaria del sitio web o catálogo

Tabla 1.1: Información extraída de cada sitio web y catálogo.

No.	Nombre	País	Información
1	ARASAAC http://www.arasaac.org/software.php http://aratools.catedu.es/	España	Este sitio brinda Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación. La categorización del sitio es por herramientas, actividades y el desarrollador. Las aplicaciones están desarrolladas con tres instituciones. (De 2 a 5 clics para acceder)
2	Fundación Orange http://www.fundacionorange.es/junto-al-autismo/soluciones-tecnologicas/	España	Este sitio ofrece aplicaciones especializadas para Trastorno del Espectro Autista (TEA). El sitio brinda información útil de las aplicaciones y las presenta en una lista. También, brinda acceso a las páginas oficiales de las aplicaciones para más información y dónde se puede descargar. Fundación Orange colabora con universidades, expertos y otras fundaciones para crear proyectos. (De 3 a 5 clics para acceder)
3	Catálogo de software educativo http://catedu.es/gestor_recursos/publi c/softlibre/	España	Este sitio ofrece una categorización de acuerdo a asignaturas o materias (11 categorías). Posee sección de noticias y una categoría multilingüe. Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación del Gobierno de Aragón (3 clics para acceder)
4	Ardilla digital http://ardilladigital.com/	España	El sitio ofrece aplicaciones para tablets, software profesional, por áreas, sitios web educativos y software en CD / DVD. Las aplicaciones están identificadas por niveles (bajo, medio y alto). Ardilla digital está elaborada por un grupo independiente. (4 clics para acceder y redirige a la página oficial de la aplicación)
5	BJ Adaptaciones http://bjadaptaciones.com/	España (con filial en Chile)	El sitio posee productos apoyo y soluciones para las discapacidades. Posee categorías y subcategorías. El sitio posee productos y aplicaciones de apoyo. BJ Adaptaciones trabaja con fabricantes y desarrolladores. (3 clics para acceder)
6	CIAPAT http://ciapat.org/es/catalogo_escenario /TICSTecnologia	Argentina	Es un sitio web grande que sirve como Centro Tecnológico para favorecer la Autonomía Personal de los Adultos Mayores y/o de las personas con diferentes discapacidades de los países Iberoamericanos. Ofrece productos de apoyo categorizados por tipo y sistema operativo. CIAPAT posee aplicaciones de otros proyectos y fundaciones. (De 5 a 6 clics para acceder)
7	Proyecto DANE http://www.proyectodane.org/	Argentina	El sitio ofrece aplicaciones inclusivas, que se adaptan a características y necesidades. Está clasificado por actividades y habilidades cognitivas. Proyecto DANE fue desarrollado por ONGs, instituciones académicas y voluntarias. (3 clics para acceder)
8	Wikinclusión http://wikinclusion.org/index.php/P%C 3%A1gina_principal	Uruguay	Es una wiki creada para mejorar la interacción entre la tecnología y las discapacidades. Está categorizado de tres maneras: áreas de competencias para la vida, discapacidad o síndromes y por abecedario. Este sitio se realizó en colaboración con la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador y CIAPAT. (De 6 a 7 clics para acceder y redirige a la página oficial de las aplicaciones)
9	My First App http://www.myfirstapp.com/MyFirstApp /Home.html	Estados Unidos	Es un sitio excelente para habilidades cognitivas y motoras. El sitio posee una categorización por años y las aplicaciones son bilingües. Es un grupo de desarrollo independiente. (3 clics para acceder)

Tabla 1.2: Sitios web y catálogos existentes encontrados.

1.5.2 Aplicaciones

De igual manera, la búsqueda de aplicaciones se realizó con las directrices de PRISMA en mayo 2017. La búsqueda se hizo por países.

Se llevó a cabo una búsqueda sistemática de aplicaciones de España, Argentina, México y Chile. El buscador de Google fue utilizado para las búsquedas de los siguientes términos: ”aplicaciones discapacidad intelectual (nombre del país)“ y ”software discapacidad intelectual (nombre del país)“. El motor de búsqueda devolvió un gran número de resultados. Se descartaron resultados duplicados, páginas de noticias o artículos, resultados de contenido irrelevante para el aprendizaje de personas con discapacidad intelectual y páginas que mencionan aplicaciones en desarrollo o sin acceso.

Las aplicaciones elegidas en las búsquedas, cumplieron los siguientes criterios:

1. Idioma español tanto en interfaz y contenido.
2. Enfocadas en discapacidad intelectual (parálisis cerebral, síndrome de Down y autismo).
3. Recomendadas en sitios web y catálogos de organizaciones y fundaciones de discapacidad.
4. Relacionadas con educación, aprendizaje y que facilitan la comunicación.
5. Gratuitas.
6. Escritorio, web o móvil.

Se consideró que las aplicaciones móviles sean de la plataforma Android. Esto ocurre debido a que los dispositivos de la marca Apple son costosos y las personas e Instituciones que brindan su apoyo a las discapacidades tienen limitación de recursos económicos. Además, se verificó que estén disponibles en la tienda de aplicaciones de Google Play de Ecuador. De manera adicional, se revisaron los repositorios en línea de cuatro universidades del Ecuador. Se buscaron proyectos de titulación relacionados a aplicaciones educativas para discapacidad intelectual. Los proyectos encontrados corresponden a la Escuela Politécnica

Nacional (EPN), Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE), Escuela Superior Politécnica del Litorial (ESPOL) y Universidad Politécnica Salesiana (UPS).

Las aplicaciones restantes se descargaron y exploraron. Las aplicaciones seleccionadas para el catálogo se pueden ver en la sección 3.1.2.

1.5.2.1 Evaluación de las aplicaciones

Las herramientas automáticas y manuales para la evaluación de calidad de aplicaciones, no evalúan en función de una discapacidad. En cambio, recogen evaluaciones de acuerdo a su popularidad y la puntuación que las personas dan a la aplicación. Es decir, la calidad de las aplicaciones se base en si tienen un alto número de descargas, están clasificadas y disponibles en el mercado [37]. Existen herramientas manuales que usan estándares para evaluar la calidad del software. Por ejemplo, el proyecto de titulación de Evelyn Balseca, es una matriz de calidad que permite la evaluación de productos de software aplicando la norma ISO/IEC 25000 [38]. Los estándares utilizados para medir la calidad del producto son los siguientes:

- ❒ El estándar ISO/IEC 9126 [39] [40] - Ingeniería de Software y Calidad del producto.
- ❒ El estándar ISO/IEC 14598 [41] [42] - Evaluación del producto de software.
- ❒ El estándar ISO/IEC 25000 [43] - Calidad de producto y Evaluación del software.

La ISO 25000 es un compendio de 9126 y 14598. Estos estándares usan el código fuente y de acuerdo a las métricas usadas son aplicadas durante las etapas de desarrollo del producto o sistema software. Debido que las aplicaciones elegidas no permiten el acceso al código fuente, la herramienta usada para evaluar el diseño y la usabilidad de las aplicaciones fue MARS. MARS proporciona un checklist que permite clasificar y evaluar la calidad de aplicaciones móviles sobre salud [44]. Se hizo una revisión y la herramienta puede ser aplicable a otros contextos diferentes a la salud.

MARS evalúa los indicadores de calidad con las siguientes subescalas: Atractivo, Funcionalidad, Estética, Información y Calidad subjetiva. Los criterios de calidad se agrupan dentro

de estas categorías, a partir de los cuales se desarrollaron los 23 ítems o preguntas individuales de MARS. En cada pregunta, se usa una escala de 5 puntos (1-Inadecuado, 2-Pobre, 3-Aceptable, 4-Bueno, 5-Excelente), donde se escriben descriptores para cada calificación [44].

MARS analiza la consistencia interna y la confiabilidad inter evaluador para el análisis de las puntuaciones. La consistencia interna de las subescalas de MARS y el puntaje total de calidad, se calculó usando el alfa de Cronbach. Este indica el grado (correlaciones) en el que los ítems que miden la misma construcción general producen puntuaciones similares. La confiabilidad inter evaluador de las subescalas de MARS y la puntuación total, se determinó por el Coeficiente de Correlación Intraclase, en inglés Intraclass Correlation Coefficient (ICC). Esta estadística permite el cálculo apropiado de los valores ponderados de la concordancia entre calificaciones y explica la proximidad, en lugar de la igualdad de calificaciones [44]. Los resultados de la evaluación se puede ver en la sección 3.1.2.

1.6 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

A continuación, se puede encontrar las secciones que tiene el presente proyecto integrador:

- **Metodología**

  La metodología describe cómo se llevó acabo el análisis y desarrollo del proyecto durante las diferentes fases.

- **Resultados y Discusión**

  La sección de resultados y discusión presenta los resultados de la investigación preliminar y la evaluación de usabilidad. En la discusión, se realiza una revisión crítica de los resultados obtenidos.

- **Conclusiones**

  La sección de conclusiones evalúa si se alcanzó los objetivos.

2 METODOLOGÍA

Esta sección describe de manera detallada la metodología utilizada para el análisis y desarrollo del proyecto.

2.1 ANÁLISIS DEL PROYECTO

2.1.1 Estrategia

2.1.1.1 Objetivos del producto

Los objetivos del producto se plantean mediante los objetivos del negocio, identidad de la marca y las métricas de éxito.

Objetivos del negocio

- ❒ Fomentar el uso de software para el aprendizaje de personas con discapacidad intelectual.
- ❒ Difundir aplicaciones existentes sobre discapacidad intelectual.
- ❒ Facilitar la búsqueda de aplicaciones educativas.
- ❒ Crear una comunidad para que los usuarios compartan su experiencia sobre el uso de la aplicación.

Identidad de la marca

Existen sitios web y catálogos para la búsqueda de aplicaciones educativas para las discapacidades, sin embargo, en el Ecuador no existen estos sitios web. La EPN al ser una institución de prestigio para la formación de profesionales. Propone en su visión brindar sus capacidades y esfuerzos al servicio de la comunidad. El catálogo de software se pretende que sea parte de los servicios que la EPN ofrece a la comunidad, para que esta sea referente en discapacidades e inclusión.

Se realizó el diseño de un logo que ayude a los usuarios a entender de qué se trata el sitio. El logo está compuesto de dos elementos: una imagen y el nombre. Para la imagen, se buscaron elementos que tengan relación con un catálogo (ver Figura 2.1). El nombre debe ser claro y preciso para el usuario, por eso se escribió ”Catálogo de Software para Discapacidades“.

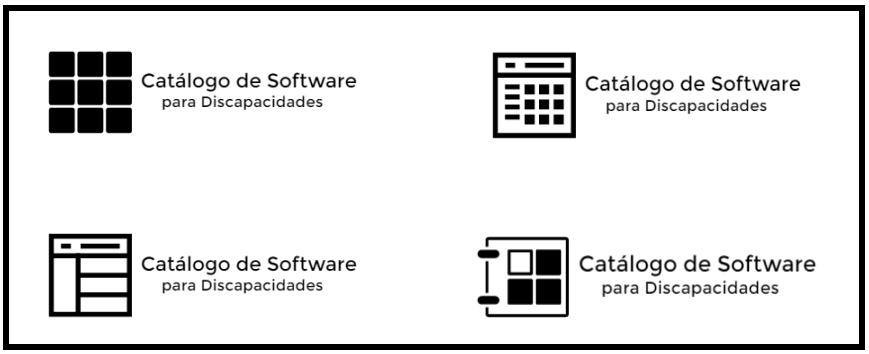


Figura 2.1: Diferentes combinaciones del logo.

Después de seleccionar una de las combinaciones, se decidió que la imagen debe estar relacionada con la discapacidad intelectual. Se escogió una imagen genérica que represente la inteligencia (una cabeza y un cerebro) y se agregó un fondo de un tono color oro o dorado (ver Figura 2.2). El color oro representa buena salud, prestigio, iluminación, sabiduría, optimismo y calidad [45] [46].

Debido a que la imagen no se distinguía bien, se amplió y se obtuvo el diseño final, como se muestra en la Figura 2.3.

Figura 2.2: Diseño del logo para discapacidad intelectual.

Figura 2.3: Diseño final del logo.

Métricas de éxito

Se tomó de referencia el framework de Google llamado HEART, en inglés Happiness, Engagement, Adoption, Retention y Task success (HEART) para establecer las métricas de éxito. HEART permite establecer métricas para medir la calidad de la experiencia del usuario de un producto o características específicas. Cada categoría posee objetivos, señales y las métricas que permiten medir la experiencia del usuario [47]. Las categorías consideradas son Happiness, ya que incorpora la satisfacción y Task success debido a que incorpora eficacia y eficiencia (ver Figura 2.1). Las métricas de éxito escogidas fueron establecidas como base inicial para el desarrollo del prototipo de baja fidelidad. De esta forma, fue posible llegar al prototipo de alta fidelidad.

2.1.1.2 Necesidades del Usuario

Las necesidades del usuario se definen a partir de la segmentación de usuarios, usabilidad y búsqueda de usuarios y la creación de personas.

Categoría	Objetivo	Señales	Métricas
Happiness	- Facilitar la búsqueda de aplicaciones educativas.	Encuesta	- Fácil uso y acceso aplicaciones (3 clics) Satisfacción del usuario
Task success	- Especificar tareas para que el usuario cumpla con su objetivo	Número de tareas completadas	- Tareas específicas para las interfaces desarrolladas:

Tabla 2.1: Métricas de éxito.

Segmentación de usuarios

La segmentación se hizo considerando los personas involucradas en el área de discapacidades, como se muestra en la figura 2.4. Los usuarios que interactúan directamente con el catálogo de software, son los terapeutas de instituciones educativas que ayudan al aprendizaje de personas con discapacidad intelectual.

Considerando los recursos de las instituciones, el manejo de tecnología es limitado. Los terapeutas poseen conocimientos básicos en el manejo de computadoras, dispositivos móviles y aplicaciones. Por lo tanto, existe la necesidad de información adicional para la instalación de aplicaciones.

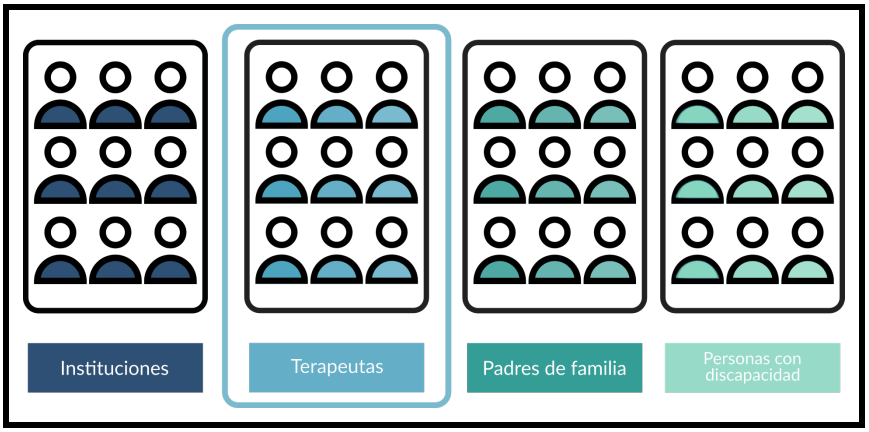


Figura 2.4: Segmentación de los usuarios.

Usabilidad y búsqueda de usuarios

De acuerdo a la investigación realizada a 73 directores de instituciones donde se brinda educación especial, el 99 % considera que debe existir un programa (aplicación, herramienta o software) que facilite el proceso de aprendizaje de personas con discapacidad intelectual. Sin embargo, consideran que hace falta una difusión de las aplicaciones y ayudas técnicas, porque no saben usar y desconocen las aplicaciones [5].

De igual manera, se consideró cómo las personas buscan las aplicaciones. Por ejemplo, la búsqueda de aplicaciones en dispositivos móviles, se realiza mediante las tiendas de aplicaciones. En estas tiendas, tienen acceso directo a la aplicaciones. Entran a la tienda, buscan la aplicación que les interesa y la descargan.

Por último, los resultados obtenidos de la evaluación a sitios web y catálogos existentes, que se encuentra en la sección 3.1.2.1, permitió identificar características y necesidades de los usuarios que visitan estos sitios. Estos usuarios son ejemplos de usuarios potenciales para el catálogo de software. En la sección 3.2.1, se muestra las tres características encontradas. Además, se consideró la categorización de las aplicaciones como una necesidad para el usuario. Debido a que cada sitio web y catálogo existente difiere en esta característica (ver Anexo B.1).

Personas

Una persona es un personaje ficticio construido para representar las necesidades de toda una gama de usuarios reales. De acuerdo a la usabilidad y búsqueda de usuarios, se hizo la creación de dos personas, que representan el grupo de usuarios objetivo del catálogo. Estos son: los usuarios que visitan los catálogos existentes y terapeutas de instituciones. Se incluyó nombre, edad, ocupación, conocimientos tecnológicos, comportamiento, necesidad y dificultad. Al poner un nombre en los datos encontrados en la búsqueda y segmentación de usuarios, la creación de personas puede ayudar a garantizar que se tenga en cuenta a los usuarios durante el proceso de diseño [22].

Información	Persona 1	Persona 2
Nombre:	Sofía	Hugo
Edad:	35 años	49 años
Género:	Femenino	Masculino
Ocupación:	Psicóloga	Terapeuta
Conocimientos tecnológicos:	Básicos	Poco - Básicos
Comportamiento:	- Interés por el uso de tecnología	- Poca paciencia - Dificultad para usar la computadora e internet
Necesidad:	- Encontrar aplicaciones de aprendizaje para mejorar habilidades cognitivas y comunicación	- Encontrar una alternativa de enseñanza
Dificultad:	- El acceso y la búsqueda es confusa. - No sabe qué aplicación es la más adecuada.	- No usa software, todas las herramientas o ejercicios que aplica a niños con discapacidad, las realiza manualmente.

Tabla 2.2: Personas.

2.1.2 Alcance

El catálogo de software fue desarrollado como un sitio web que permite la búsqueda de aplicaciones educativas para el aprendizaje de personas con discapacidad intelectual. Inicialmente es un catálogo promotor, pero se espera subir proyectos realizados en la EPN e Instituciones ecuatorianas. El catálogo está en español, dividido en cuatro categorías de acuerdo al tipo de discapacidad intelectual, incluyendo el autismo. Las aplicaciones son sólo de discapacidad intelectual divididas en las categorías y subcategorías establecidas.

El catálogo no contempla otras discapacidades, se limita a la búsqueda y descarga de aplicaciones de discapacidad intelectual.

2.1.2.1 Especificación de requerimientos

Al inicio del proyecto, se especifican requerimientos para describir qué debe permitir hacer el sistema al usuario y al final se llaman especificaciones, para describir qué en realidad hace [22]. La especificación de los requerimientos se realizó de acuerdo a las necesidades encontradas del usuario. Durante el proyecto, los requerimientos cambiaron y nuevos requerimientos fueron definidos. La Tabla 2.3 muestra los requerimientos que se especificaron después de la investigación preliminar.

No.	Requerimientos	Especificación
R1	Acceso	- El usuario debe tener acceso directo a las aplicaciones.
R2	Descargar una aplicación	- El usuario debe poder descargar la aplicación directamente.
R3	Retroalimentación	- El usuario debe poder comentar sobre la aplicación y dar una puntuación.
R4	Preguntas y respuestas	- El usuario debe poder realizar preguntas y respuestas sobre la aplicación.
R5	Información aplicación	- El usuario debe poder ver la información de la aplicación.
R6	Top de aplicaciones	- El usuario debe poder ver un top de aplicaciones de acuerdo a la puntuación. - El usuario debe poder ver un top de aplicaciones por cada categoría. - El usuario debe poder ver las últimas aplicaciones agregadas.
R7	Historial de descargas	- El usuario debe poder ver las descargas que ha realizado.
R8	Navegación	- El usuario debe poder ver el menú de categorías y subcategorías. - El usuario debe poder realizar la navegación entre ventanas.
R9	Iniciar sesión	- El usuario debe poder iniciar sesión con usuario y contraseña.
R10	Búsqueda	- El usuario debe poder realizar la búsqueda de aplicaciones.

Tabla 2.3: Especificación de requerimientos después de la investigación preliminar.

Las pruebas de usabilidad realizadas en cada prototipo, permitieron agregar y quitar requerimientos. La mayoría de los requerimientos fueron implementados. Sin embargo, estos fueron priorizados o no fueron implementados en el prototipo final por falta de solución del back-end. La Tabla 2.4 muestra las especificaciones del prototipo de alta fidelidad.

2.1.2.2 Especificaciones funcionales

Las especificaciones funcionales iniciales del catálogo de software se describen a continuación:

- **Acceso:** el catálogo debe mostrar directamente las aplicaciones en la página de inicio.
- **Descargar aplicación:** dependiendo del tipo de plataforma de la aplicación, el botón de descargar permite: descargar directamente (aplicación de escritorio), redirige al sitio web (aplicación web) o redirige a la tienda de aplicaciones (aplicación móvil).
- **Retroalimentación:** cada aplicación tendrá una sección de comentarios. La puntua-

No.	Especificaciones	Especificación
E1	Acceso	- El catálogo permite al usuario el acceso directo a las aplicaciones en la página de inicio.
E2	Descargar una aplicación	- El catálogo permite al usuario descargar o visitar el sitio de la aplicación directamente.
E3	Retroalimentación	- El catálogo permite al usuario comentarios sobre la aplicación y dar una puntuación.
E4	Preguntas y respuestas	- El catálogo permite al usuario realizar preguntas y respuestas sobre la aplicación.
E5	Información de la aplicación	- El catálogo permite al usuario ver la información de la aplicación.
E6	Top de aplicaciones	- El catálogo permite al usuario un top de aplicaciones de acuerdo a la puntuación en la página de inicio.
E7	Historial de descargas	- El catálogo permite al usuario ver las descargas que ha realizado.
E8	Navegación	- El catálogo permite al usuario ver y esconder el menú de categorías y subcategorías y la navegación entre ventanas.
E9	Búsqueda	- El usuario debe poder realizar la búsqueda de aplicaciones.
E10	Más información	- El usuario debe tener acceso a más información de la aplicación.
E11	Perfil de usuario	- El usuario debe poder ver su información en el perfil de usuario.
E12	Competencias	- El usuario debe poder ver las competencias de la aplicación.
E13	Información de categorías y subcategorías	- El usuario debe poder ver la información sobre las categorías y subcategorías.
E14	Nuevas aplicaciones	- El usuario debe poder ver las últimas aplicaciones agregadas.

Tabla 2.4: Especificaciones del prototipo de alta fidelidad.

ción será de cinco estrellas.

- **Preguntas y respuestas:** cada aplicación tendrá una sección de preguntas y respuestas.

- **Información de la aplicación:** se especifica a qué categoría y subcategoría pertenece la aplicación, descripción, requerimientos e información adicional.

- **Top de aplicaciones:** el catálogo muestra un top de las cuatro aplicaciones con más puntuación. Existe un top por cada categoría y se muestra en la página de inicio. El catálogo también muestra las últimas aplicaciones agregadas.

- **Perfil usuario:** el usuario tendrá un perfil donde podrá ver su actividad en el catálogo como las descargas que ha realizado.

- **Navegación:** el menú del catálogo estará al lado izquierdo del catálogo y mostrará las categorías y subcategorías. El usuario puede regresar a la página anterior con links.

- **Búsqueda:** la barra de búsqueda se coloca en la parte superior del catálogo.

2.1.2.3 Requerimientos del contenido

Los requerimientos del contenido son los siguientes:

- ❒ **Organización:** las aplicaciones que se encuentran en el catálogo están organizadas por categorías y subcategorías.
- ❒ **Público objetivo:** el público objetivo son los terapeutas de instituciones que ayudan al aprendizaje de personas con discapacidad intelectual.
- ❒ **Subcategorías:** cada subcategoría posee el nombre e imagen.
- ❒ **Aplicación:** cada aplicación cuenta con la siguiente información: nombre, descripción, país, desarrollado por, año, actividades que contiene, versión, valoración, plataforma, link de la aplicación, link de descarga de la aplicación y requerimientos mínimos de la aplicación.
- ❒ **Multimedia:** las aplicaciones tendrán de portada una imagen en formato JPG o PNG y tamaño de 500 x 500. Cada categoría y subcategoría tendrán de encabezado una imagen principal referente al contenido.
- ❒ **Preguntas y respuestas:** cada aplicación tendrá una sección de preguntas y respuestas realizas por los usuarios.

Inventario del contenido

Las aplicaciones evaluadas en la Sección 3.1.2.1 son parte del inventario del catálogo:

1. Down 21 Material didáctico.
2. Las Aventuras de Spoti.
3. SuperApp.
4. TuliEmociones.
5. EmoPlay.
6. José Aprende - Móvil.
7. José aprende - Web.
8. Doctor TEA.
9. Sígueme - Móvil.
10. Sigueme - Escritorio.

11. INTIC - Escritorio.
12. INTIC - Móvil.
13. Agenda INTIC.
14. El viaje de Elisa - Móvil.
15. El viaje de Elisa - Web.
16. Día a Día.
17. E-Mintza.
18. La calle de Renata.
19. Plaphoons.
20. Learny PCI.
21. Dibugrama.
22. El toque mágico.
23. Pequen Lee Todo.
24. El juego de los opuestos.
25. Jugando con las vocales.
26. Grupolandia.
27. Opuestolandia.
28. Siluetas OA.
29. Números en acción.
30. Jugamos Todos.
31. Puzzingo.
32. Desafíos más y menos.
33. ParejasdeMascotas.
34. Tarjetas educativas en español.
35. Pictosonidos.
36. Burbujo.
37. Sonigrama.
38. AraBoard.
39. TICO.
40. AraWord.
41. Pelayo y su pandilla (Aprendo a comunicarme).
42. Animales Salvajes.
43. El buho boo - Presionando teclas.

2.1.3 Estructura

2.1.3.1 Diseño de la interacción

Las partes del diseño de la interacción son establecer un modelo conceptual y el manejo de errores.

Modelo conceptual

La palabra tienda se usa para describir un lugar donde se intercambian productos y servicios. El modelo conceptual del catálogo es una tienda de aplicaciones. Una tienda de aplicaciones se convierte en un sitio web centralizado que facilita el acceso a los usuarios. La figura 2.5 muestra el modelo conceptual propuesto por Jansen y Bloemendal. El triángulo representa la tienda de aplicaciones, en cada lado están los actores involucrados y dentro del triángulo están las funciones de la tienda une e involucra a todos. El dueño de la tienda de aplicaciones es el encargado de crear, organizar y seleccionar contenido [48].

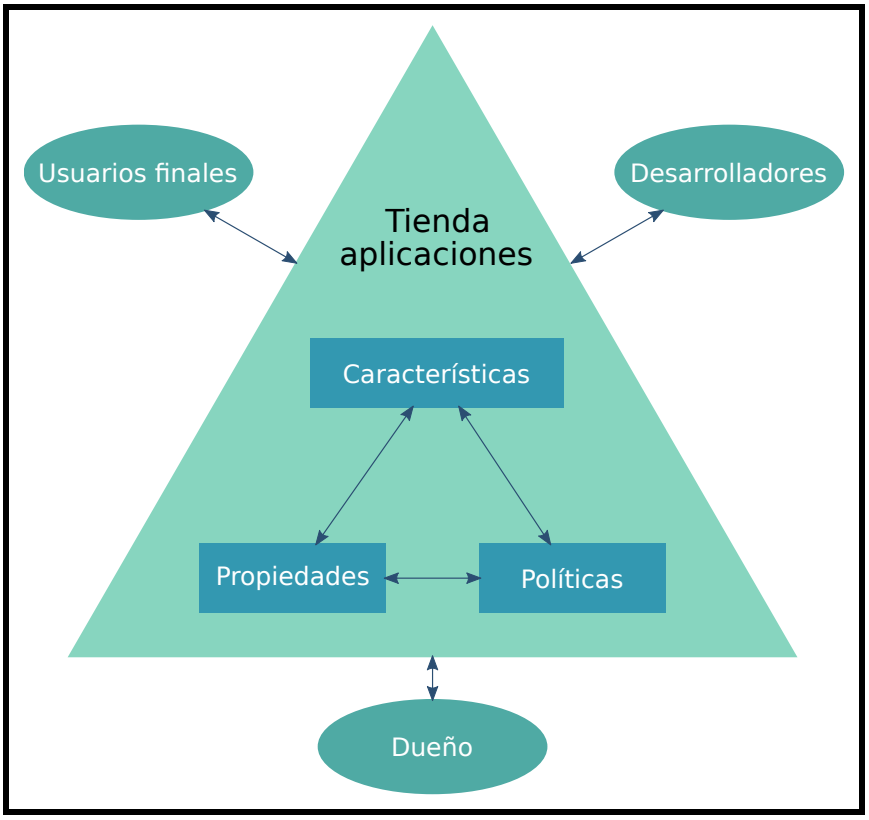


Figura 2.5: Modelo conceptual de una tienda de aplicaciones. [48].

Errores

La mejor defensa para los errores es crear un sistema que puede prevenirlos [22]. A continuación, se describen algunas prácticas para el manejo de errores en el catálogo:

- ❒ **Página Error 404**: diseñar una página de error 404 que especifica los siguientes errores: una página fue eliminada, un enlace roto o una dirección URL incorrecta (ver Figura 2.6).

- ❒ **Botón descarga:** si no funciona el botón de descarga, mostrar un mensaje sugiriendo al usuario que visite la página web de la aplicación.

- ❒ **Mensajes de espera**: si existe un error al cargar el catálogo, mostrar un mensaje.

Figura 2.6: Diseño de la página Error 404.

2.1.3.2 Arquitectura de la información

La arquitectura de la información facilita la comprensión de un sitio web para las personas [22]. Los elementos son estructura de contenido, enfoque de la arquitectura, principios de organización, lenguaje y metadatos.

Estructura del contenido

La figura 2.7 muestra el mapa del catálogo. La interfaz de inicio permite el acceso a la barra de búsqueda y perfil, el menú de navegación y el contenido. El menú de navegación al lado izquierdo contiene las categorías y subcategorías. El contenido principal muestra tres secciones con las aplicaciones:

- ❒ **Top de aplicaciones:** las aplicaciones con mayor puntuación en el catálogo.

- **Últimos agregadas:** las aplicaciones agregadas recientemente en el catálogo.
- **Categorías:** las aplicaciones de acuerdo a la categoría.

Cada sección de las categorías posee un botón *Más*. El botón redirige a la interfaz de categorías que está dividida en tres secciones:

- **Nuevas aplicaciones:** las aplicaciones nuevas de acuerdo a la categoría escogida.
- **Recomendaciones:** las aplicaciones con mayor puntuación de acuerdo a la categoría escogida.
- **Subcategorías:** las aplicaciones de acuerdo a la categoría y subcategoría escogida.

Al hacer clic en el botón *Más* de las subcategorías, se muestra la interfaz de subcategoría con la lista de aplicaciones de acuerdo a la opción escogida.

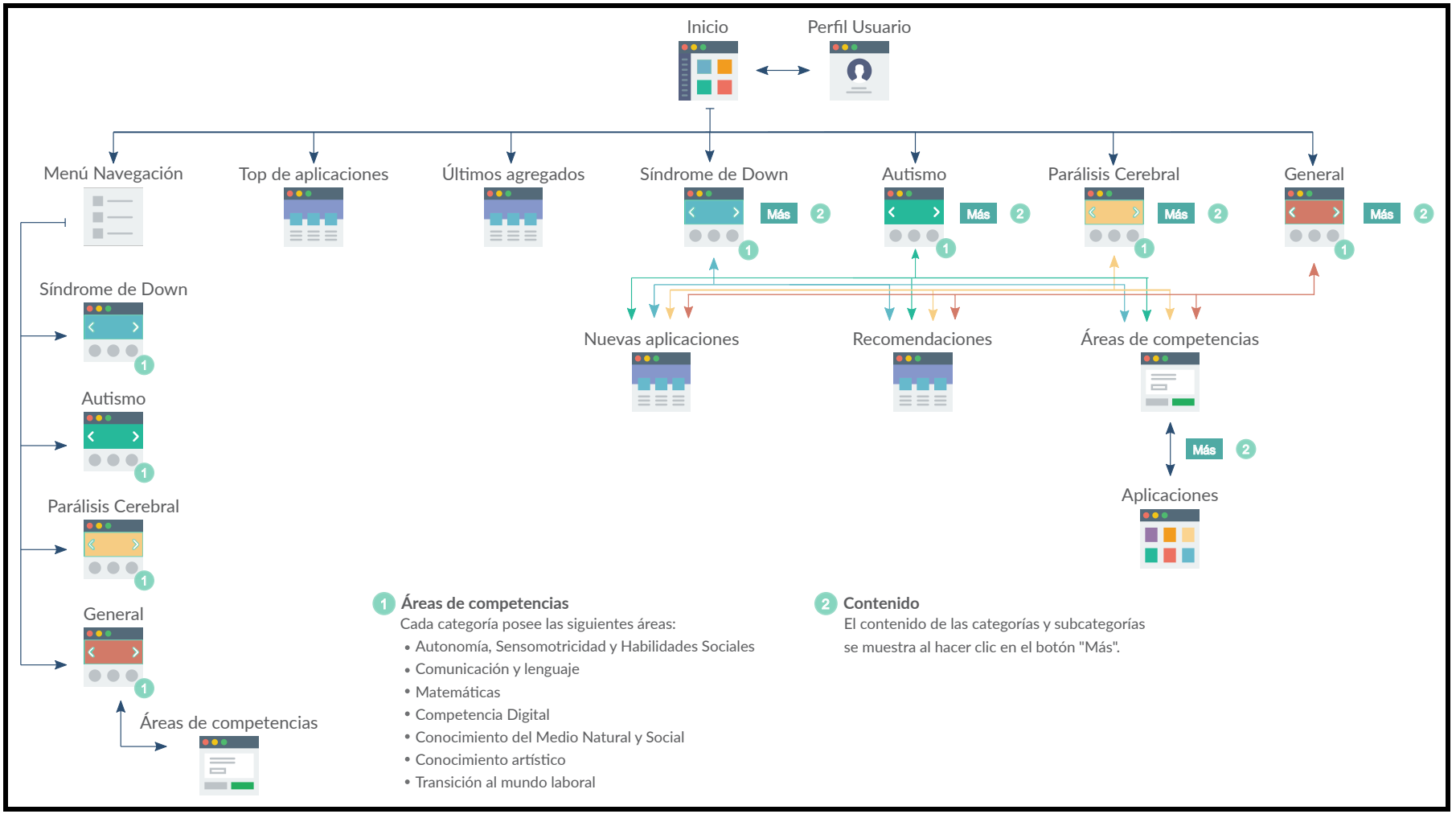


Figura 2.7: Sitemap del catálogo digital.

Enfoque de la arquitectura

El mapa del sitio del catálogo (ver figura 2.7) es jerárquica. La figura 2.8 muestra un esquema funcional inicial del catálogo de software. El menú permite la navegación de todo el sitio. Es decir, los usuarios pueden saltar entre las categorías y subcategorías a través del menú. También, la barra de búsqueda permitirá al usuario salir de la navegación entre categorías y subcategorías y encontrar aplicaciones a través del motor de búsqueda. Una estructura más detallada del catálogo de software se puede ver en el prototipo de baja fidelidad (ver sección 2.2.1.1).

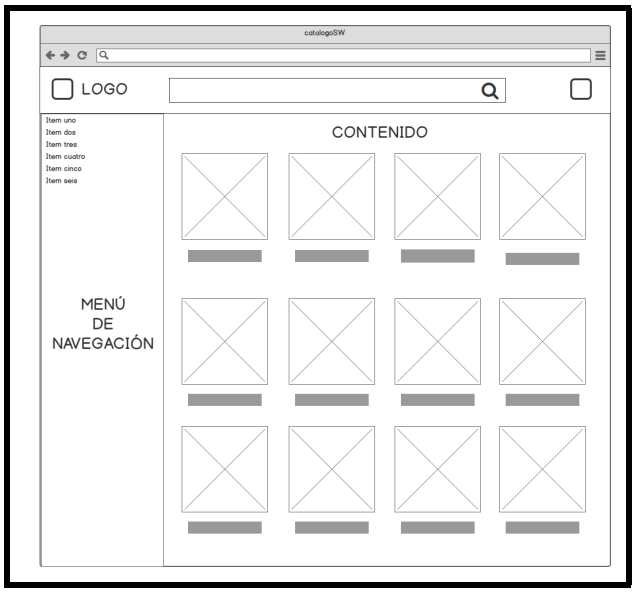


Figura 2.8: Wireframe inicial del catálogo de software.

Principios de organización

La organización del catálogo de software se determinó de acuerdo a las evaluaciones realizadas a los sitios web y catálogos y el prototipo de media fidelidad (ver secciones 3.2.1 y 3.2.3.2).

La categorización del catálogo es por tipos de discapacidad intelectual (síndrome de Down y parálisis cerebral), autismo y aplicaciones educativas. Se considera el TEA, debido a la interrelación con los trastornos del desarrollo. El trastorno del desarrollo es un término general que cubre la discapacidad intelectual y los trastornos generalizados del desarrollo,

incluyendo el autismo [49]. La categoría aplicaciones educativas corresponde a aplicaciones que no están dirigidas a una discapacidad específica para su uso pero contribuyen a diferentes áreas de aprendizaje para las personas con discapacidad intelectual.

Debido a las limitaciones que posee una persona con discapacidad intelectual, se consideran competencias que serán útiles a lo largo de la vida e incluso para el aprendizaje permanente o de ámbito vital para su supervivencia. Por esta razón, se consideraron las competencias para la subcategorización del catálogo. El enfoque de la educación basado en competencias, brinda la atención de las necesidades básicas y, en general, la facultad para desenvolverse en las distintas situaciones y contextos sociales en que se suele encontrar una persona [50].

Las subcategorías son las siguientes áreas de competencias para la vida:

- ❒ Autonomía, sensomotricidad, habilidades sociales.
- ❒ Comunicación y lenguaje.
- ❒ Matemáticas.
- ❒ Competencia digital.
- ❒ Conocimiento medio natural y social.
- ❒ Conocimiento artístico.
- ❒ Transición al mundo laboral.

2.1.4 Esqueleto

2.1.4.1 Diseño de las interfaces

Se utilizó dos framework que permitan el diseño responsive para las interfaces del catálogo (ver Figura 2.9). El diseño web responsive responde a las necesidades de los usuarios y los dispositivos que están utilizando. El diseño cambia según el tamaño y las capacidades del dispositivo. De esta manera, es posible mejorar la usabilidad y accesibilidad de un sitio web [51].

El prototipo de media fidelidad se diseñó con el framework Bootstrap (ver sección 2.2.1.2). En cambio, el prototipo de alta fidelidad se desarrolló con Angular Material Design 2. Angular Material es una librería UI exclusiva de Angular que permite crear páginas web atractivas, uniformes y funcionales [52].

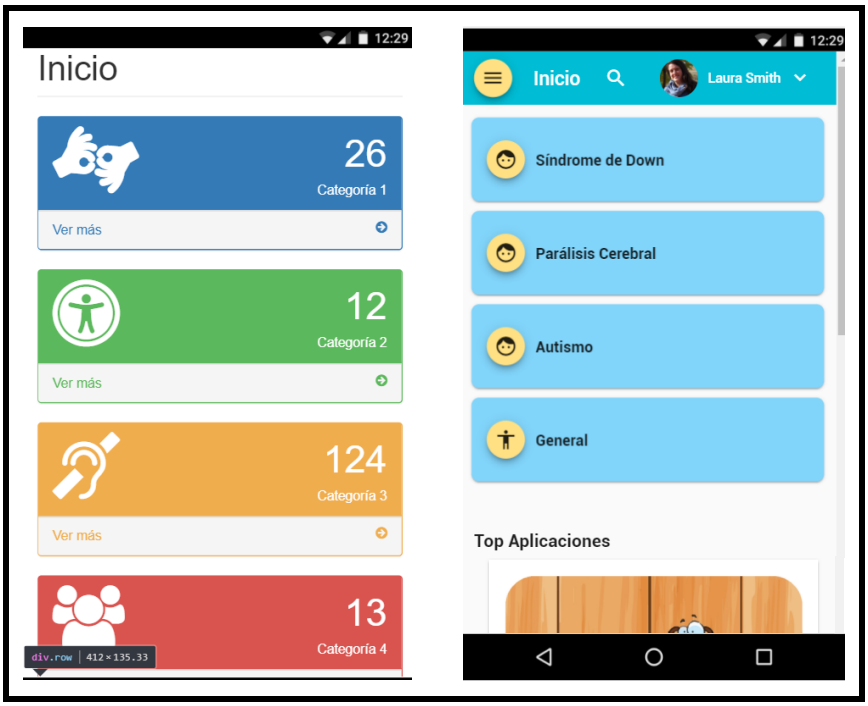


Figura 2.9: Interfaces responsive de los prototipos de media y alta fidelidad.

2.1.4.2 Diseño de la navegación

Se definió una navegación simple para el catálogo de software a través del menú que se encuentra al lado izquierdo de la interfaz. El usuario puede navegar entre categorías y sub-categorías dentro del menú. Además, la página de inicio permite la navegación horizontal y en secciones de las categorías.

2.1.4.3 Diseño de la información

En el diseño de la información, es importante que el usuario entienda dónde se encuentra y a dónde puede acceder en un sitio [22]. Cada página y subpágina se diseñó de manera que el usuario tenga acceso al contenido a través del menú y secciones. El usuario puede ver

en qué categoría y subcategoría se encuentra dentro del menú debido a la configuración de los colores.

Además, la información de la aplicación se dividió en cinco secciones: barra de navegación, información principal, preguntas, comentarios e información adicional (ver figura 2.10). El usuario al entrar a una aplicación puede saber dónde se encuentra en el catálogo de software mediante la barra de navegación horizontal en la parte superior. La barra muestra el ícono de inicio, la categoría, subcategoría y el nombre de la aplicación seleccionada.

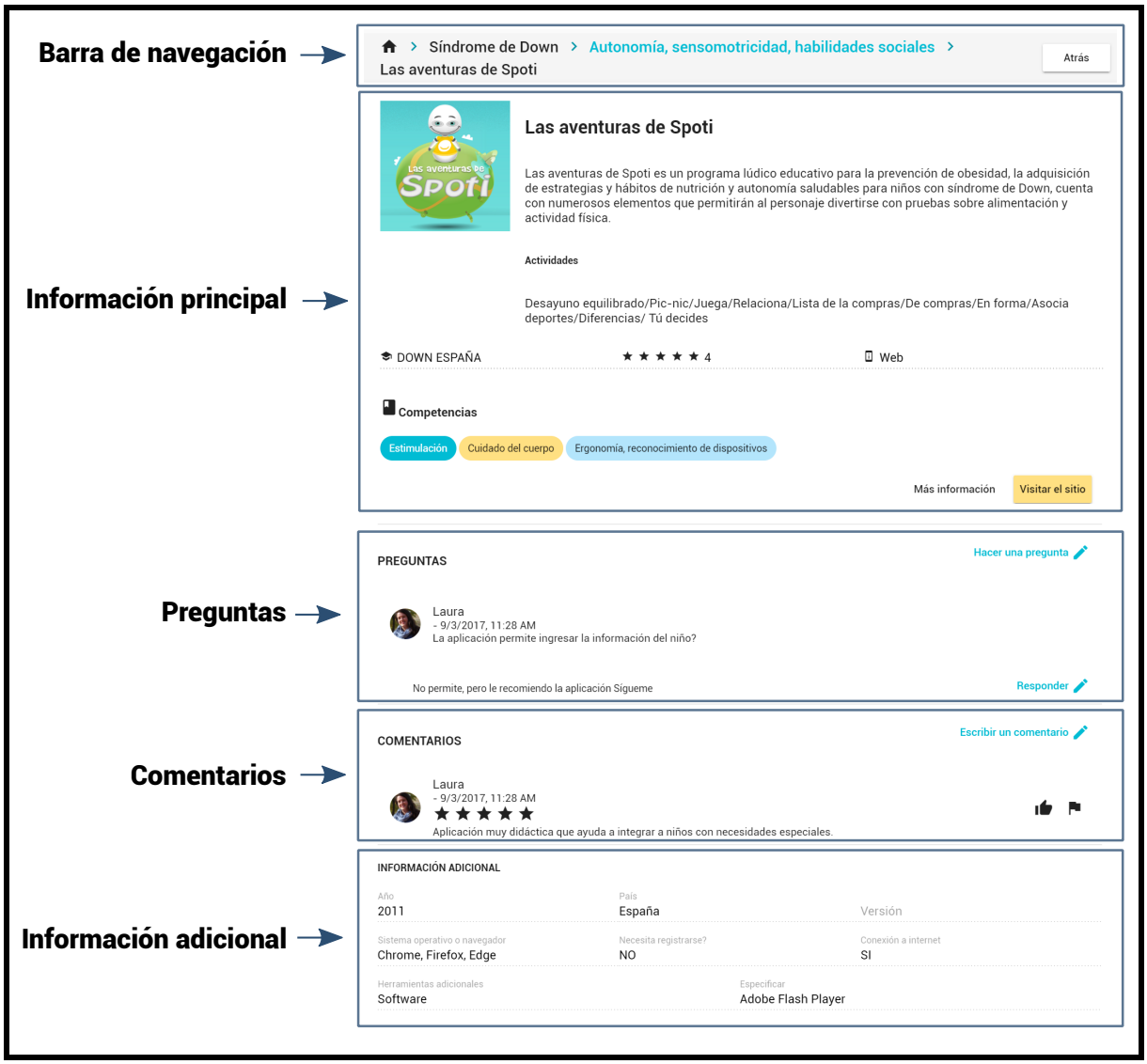


Figura 2.10: Diseño de la información para la interfaz de la aplicación.

2.1.5 Superficie

Los componentes y conceptos definidos que posee Material Design permitieron implementar los aspectos descritos en esta sección en el prototipo de alta fidelidad. Los detalles del diseño se pueden ver en la sección 2.2.1.3.

Diseño sensorial

El contenido, funcional y estética se combinan para crear un diseño acabado que satisfaga los sentidos mientras que se cumplen todos los objetivos de los otros cuatro planos [22]. Material Design se basa en tres principios que facilitan el diseño sensorial para un sitio web [26]:

1. **Material es una metáfora:** es una teoría de un espacio racionalizado y un sistema de movimiento. Las superficies y bordes del material proporcionan señales visuales que se basan en la realidad. La iluminación realista muestra conexiones, divide el espacio e indica las partes móviles.

2. **Resaltado, gráfico, intencional:** los elementos hacen mucho más que agradar al ojo. Crean jerarquía, significado y enfoque.

3. **El movimiento proporciona significado:** el movimiento es significativo y apropiado, sirve para centrar la atención y mantener la continuidad.

Debido a esto, se usaron cards de Material Design para presentar las aplicaciones y se agregaron botones que dan la impresión que salen de la interfaz (ver Figura 2.11).

2.1.5.1 Sigue el ojo

Evaluar el diseño visual de un producto es preguntar: ¿Dónde va el ojo primero?. Esto permite determinar movimientos por instinto, atraer y dirigir la atención del usuario en el sitio [22].

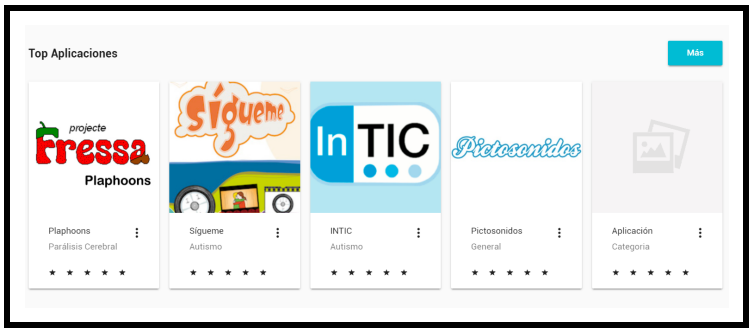


Figura 2.11: Ejemplos de diseño sensorial aplicados en el prototipo de alta fidelidad.

De acuerdo a este aspecto, se hicieron algunas consideraciones que se ven en la Figura 2.12. Inicialmente, se agregó en el menú de navegación la imagen y nombre del usuario. Sin embargo, se decidió ubicar estos elementos en la barra superior. Este cambio fue realizado debido a las sugerencias obtenidas en la evaluación del prototipo de baja fidelidad (ver sección 2.2.2.1) y para evitar la distracción del usuario de la búsqueda de aplicaciones.

También, se consideró el movimiento del ojo en el menú de navegación (arriba - abajo) y la navegación horizontal dentro del contenido (izquierda - derecha).

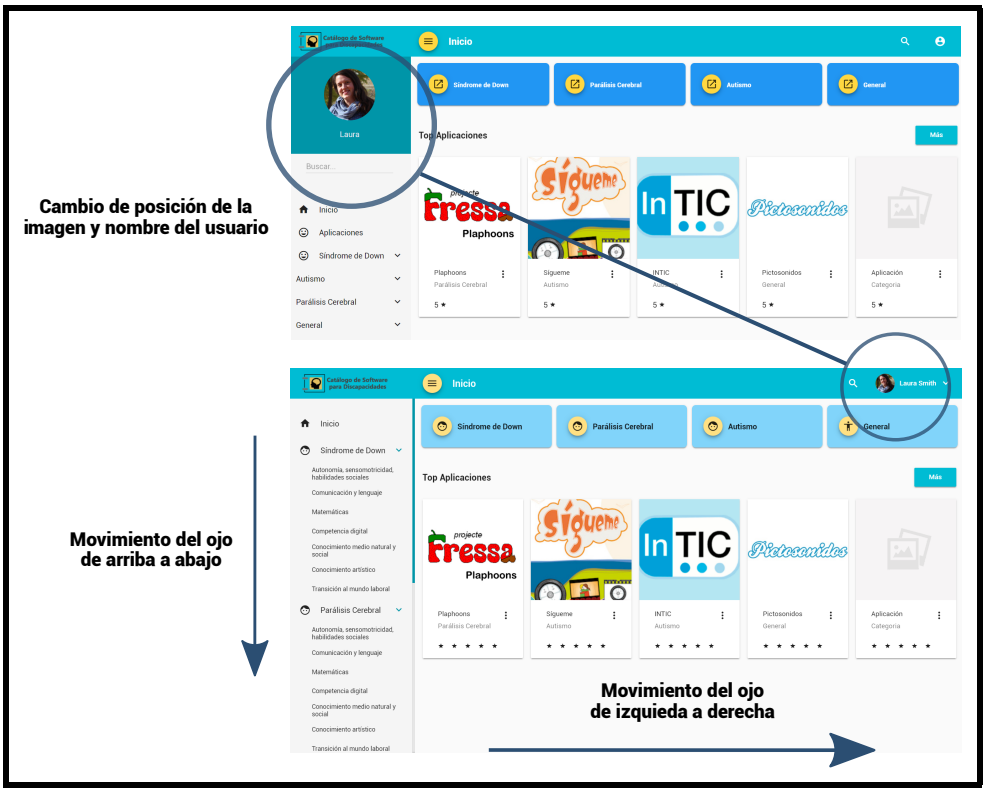


Figura 2.12: Modificaciones realizadas para atraer la atención del usuario.

2.1.5.2 Contraste y uniformidad

El contraste atrae la atención del usuario a aspectos esenciales de la interfaz. Ayuda al usuario a entender las relaciones entre los elementos de navegación en la página [22]. La herramienta de color de Material Design permitió definir el contraste y uniformidad en los colores de las interfaces. También, permitió verificar el nivel de accesibilidad, comparando el contraste entre los colores del fondo y texto, como se muestra en la Figura 2.13.

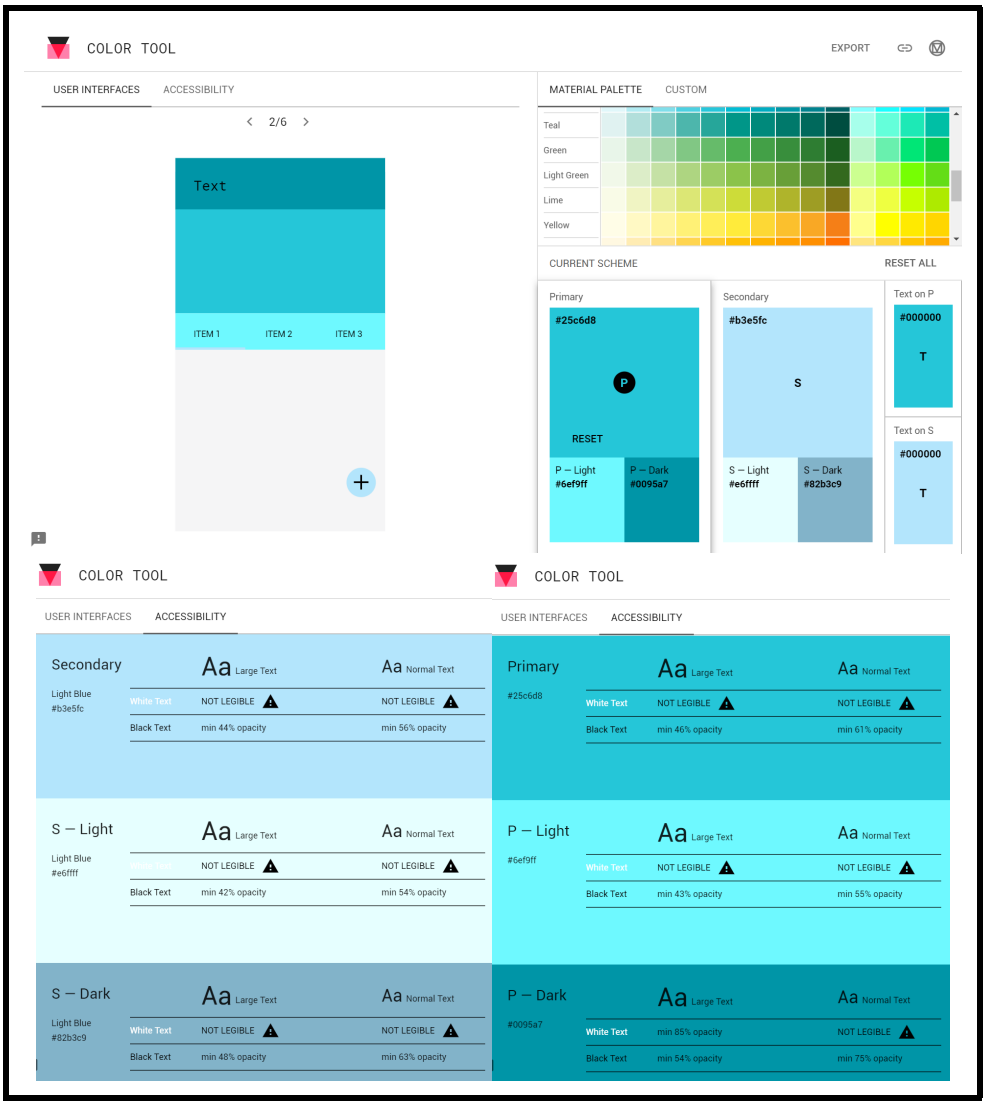


Figura 2.13: Contraste y uniformidad.

2.1.5.3 Consistencia interna y externa

La consistencia del diseño debe estar presente en todos los niveles del diseño visual desde los elementos de navegación que aparecen en todas las interfaces hasta el botón que aparece una sola vez. Esto muestra al usuario una impresión uniforme del sitio [22].

Mediante el uso de componentes reusables en Angular, las interfaces de categorías, subcategorías y aplicaciones son uniformes. Mantienen los mismos colosres y se usan los mismos íconos y etiquetas de acuerdo a la información que se muestra. Todas las interfaces del prototipo de alta fidelidad se pueden ver en el Anexo C.3.

2.1.5.4 Tipografía y paleta de colores

Material Design utiliza una tipografía estándar llamada Roboto. Para los colores de las interfaces se escogieron el dorado, que está en el logo del catálogo, celeste y diferentes todos de cyan. Mediante la herramienta Visual Inspector de Canvasflip, fue posible visualizar la paleta de colores y tipografía que se estableció en el prototipo de alta fidelidad del catálogo de software (ver Figura 2.14).

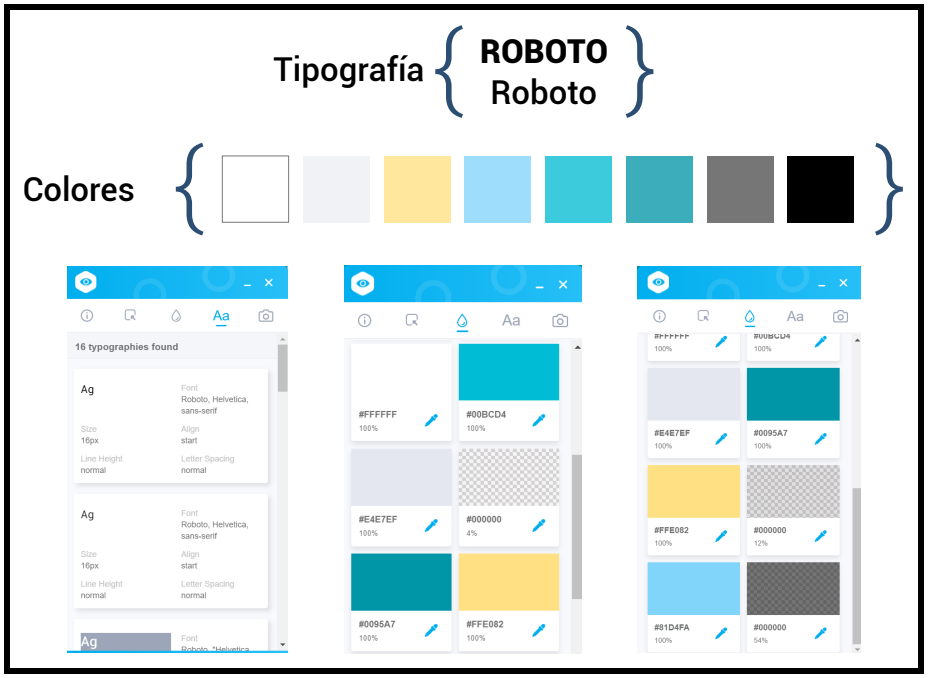


Figura 2.14: Tipografía y colores.

2.2 PROTOTIPO

2.2.1 Desarrollo

El prototipo de baja fidelidad fue diseñado a partir del análisis y los resultados de los planos de estrategia y alcance (ver secciones 2.1.1 y 2.1.2). En la revisión de los planos de la experiencia del usuario y las pruebas de usabilidad del prototipo (ver sección 2.2.2), el prototipo fue evolucionando en un prototipo de media fidelidad y finalmente de alta fidelidad. El proceso de diseño de los prototipos se describe en las secciones 2.2.1.1, 2.2.1.2 y 2.2.1.3.

2.2.1.1 Baja fidelidad

Para la creación del prototipo de baja fidelidad, la información de los planos estrategia y alcance fue analizada y se realizaron esquemas o mock-ups. Un mock-up es un modelo que se usa para estudio, pruebas o de muestra [53]. Los mock-ups se diseñaron en Balsamiq (ver sección 1.4.3.1). El propósito de los mock-ups fue mostrar una solución. Al final del diseño, se realizaron pruebas de usabilidad para analizar si la propuesta de diseño para el catálogo de software cumplía con los objetivos propuestos y las necesidades del usuario.

Mock-up 1 - Inicio

El diseño de la interfaz de inicio es la solución al problema de acceso directo y la categorización de las aplicaciones. La interfaz está compuesta de tres elementos: la barra de búsqueda y perfil del usuario; el contenido, donde las aplicaciones están organizadas en cuatro secciones y un menú de navegación al lado izquierdo, donde se muestran las categorías (ver Figura 2.15).

Mock-up 2 - Categorías

La interfaz de las categorías contiene: nuevo software, recomendaciones y las subcategorías. La selección de subcategorías se encuentra en la parte superior (ver Figura 2.16).

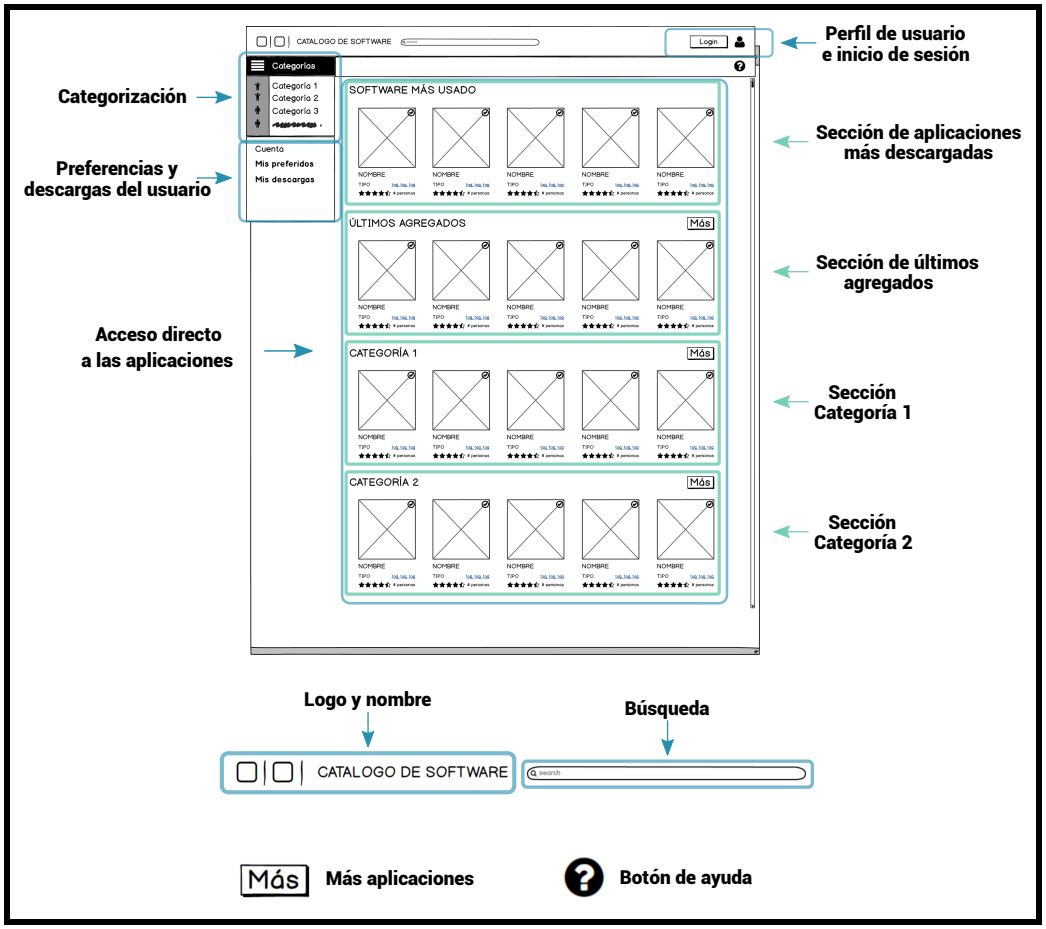


Figura 2.15: Mock-up interfaz de inicio.

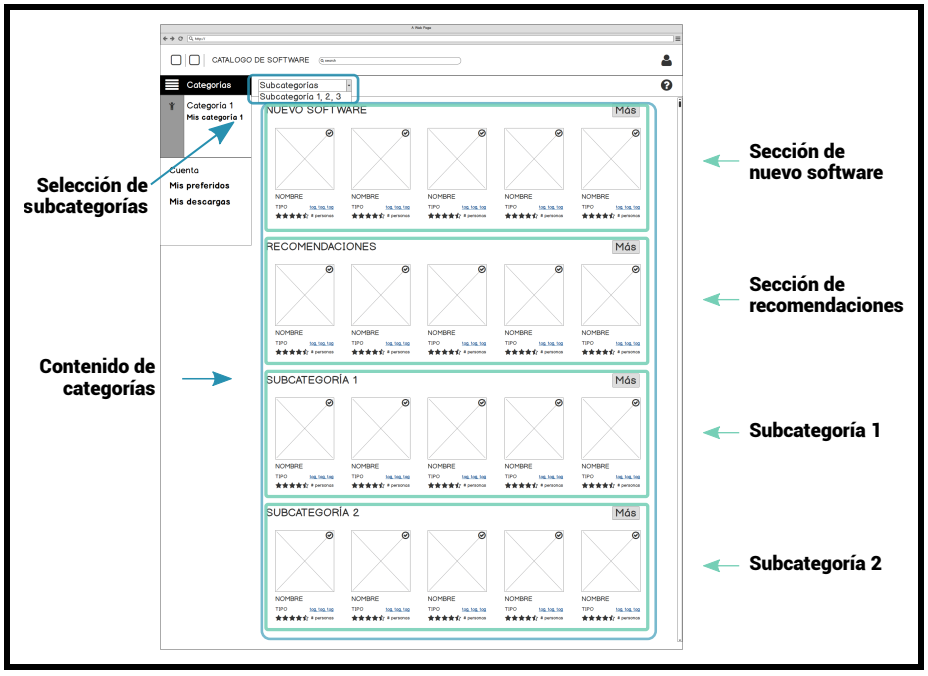


Figura 2.16: Mock-up interfaz de categorías.

Mock-up 3 - Aplicación

El usuario necesita acceso directo a las aplicaciones en el catálogo, por esta razón, las aplicaciones se muestran en cada sección al entrar al catálogo. Las aplicaciones tienen: imagen, nombre, categoría, etiquetas y la puntuación.

Además, al seleccionar una aplicación, el catálogo redirige al usuario a la interfaz de información de la aplicación (ver Figura 2.17). La interfaz tiene tres secciones: información, preguntas y respuestas, y comentarios de la aplicación.

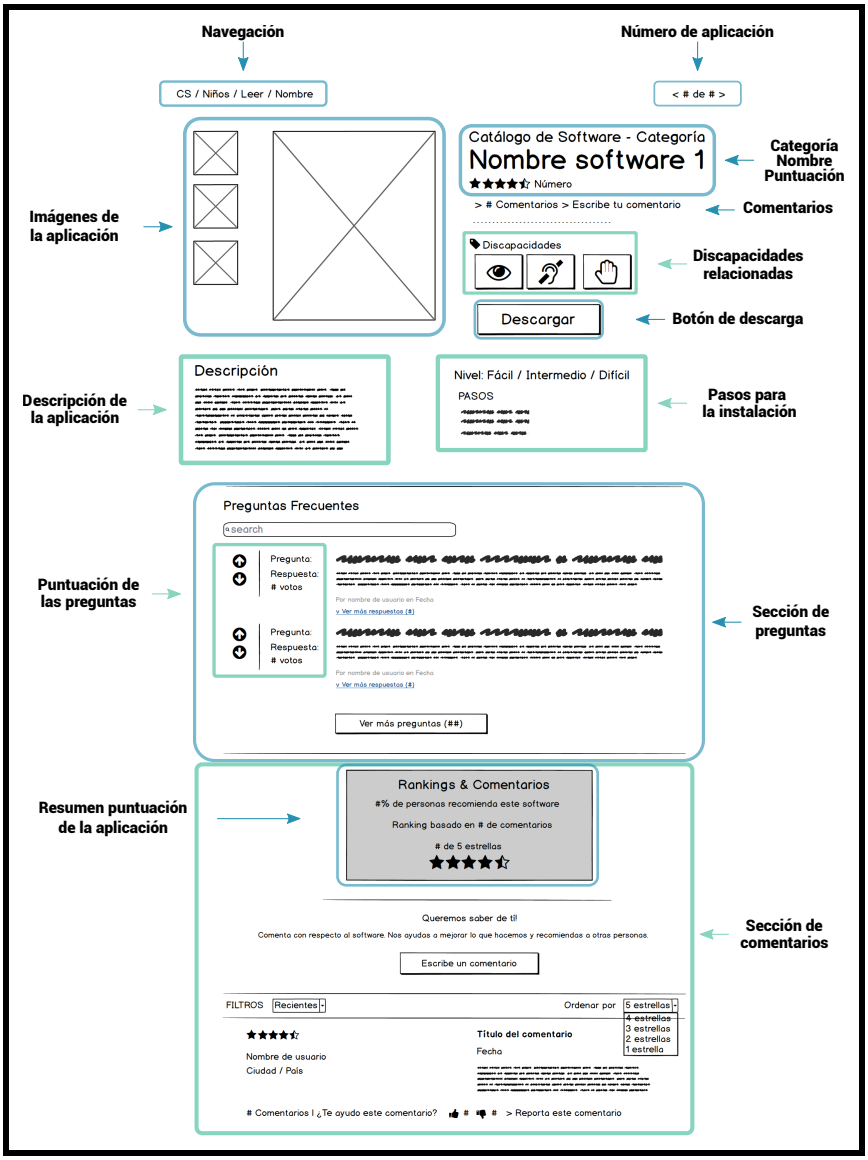


Figura 2.17: Mock-up interfaz de la aplicación.

Mock-up 4 - Perfil de usuario

El perfil de usuario muestra la actividad reciente, últimas descargas y comentarios realizados por el usuario. Un resumen de la información del usuario se muestra al lado derecho.

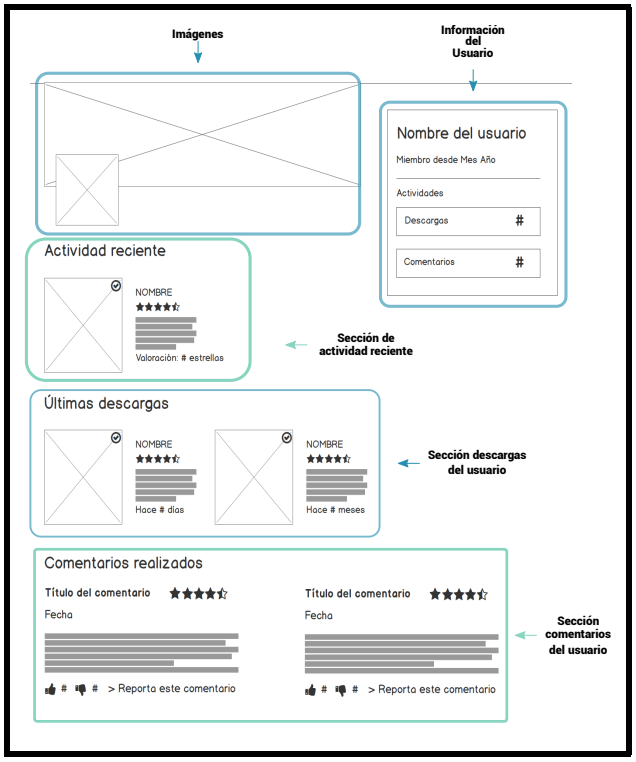


Figura 2.18: Mock-up interfaz del perfil de usuario.

2.2.1.2 Media fidelidad

Se diseñó un prototipo de media fidelidad para un mejor entendimiento del catálogo de software. La idea fue crear un prototipo navegable, que sea posible hacer clic en los botones y el usuario pueda entender cómo funciona el catálogo.

El framework Bootstrap (ver sección 1.4.3.1) fue usado para el diseño y la programación de las interfaces. Bootstrap posee características responsive para el diseño web. Las interfaces diseñadas fueron la página de inicio, las categorías y la aplicación. Terminadas las interfaces, el prototipo se subió a la plataforma Codeanywhere (ver sección 1.4.3.3).

El prototipo de media fidelidad incluye contenido cargado de tres aplicaciones que fueron

evaluadas. Contiene nombres genéricos para cada elemento y para el texto de ejemplo se usó Lorem ipsum. A continuación, se examinan algunas interfaces.

La página de inicio es la primera interfaz del prototipo y se puede ver en la Figura 2.19. El usuario puede escoger la navegación entre categorías con el menú ubicado al lado izquierdo de la interfaz o a través del contenido principal. Las categorías están ubicadas en la parte superior del contenido principal. Debajo de cada categoría está la aplicación top que corresponde a la misma.

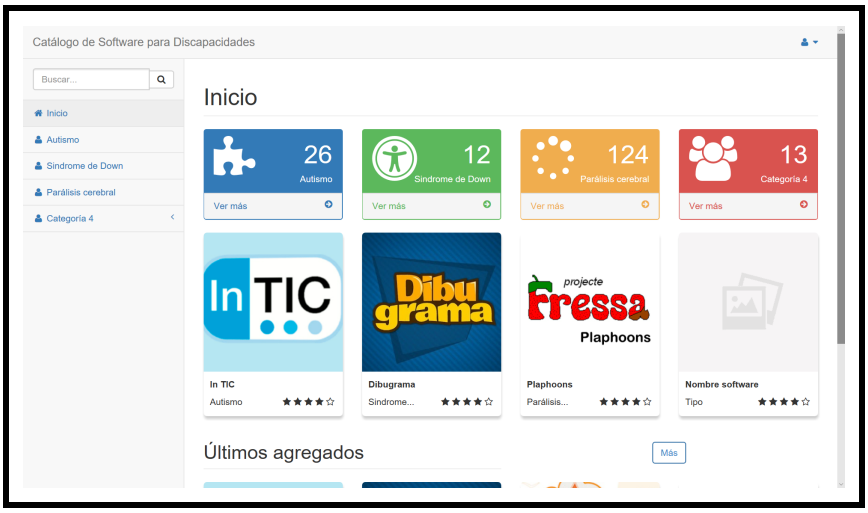


Figura 2.19: Interfaz de la página de inicio.

La interfaz general de las categorías se observa en la Figura 2.20. Las otras categorías tendrán la misma estructura. La interfaz de las categorías tiene: la sección de nuevas aplicaciones, recomendados y las subcategorías. Cada sección posee un botón al lado derecho para ver más aplicaciones. El menú de navegación se encuentra al lado izquierdo en todas las interfaces, incluye la barra de búsqueda, las categorías y subcategorías.

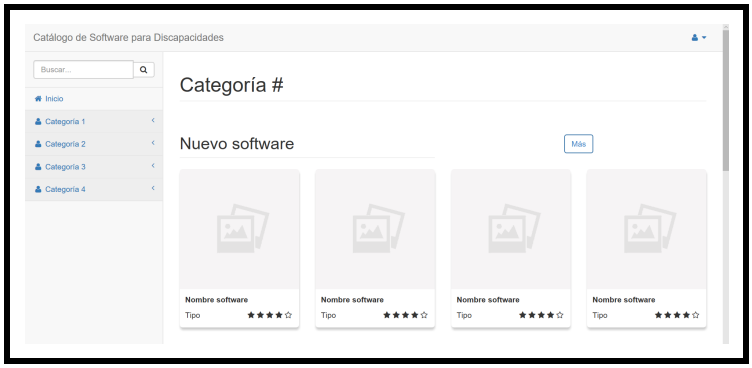


Figura 2.20: Interfaz de categoría.

El usuario escoge una de las aplicaciones y es redirigido a la interfaz de la información de la aplicación. La Figura 2.21 muestra la información principal y la sección de preguntas de la aplicación.

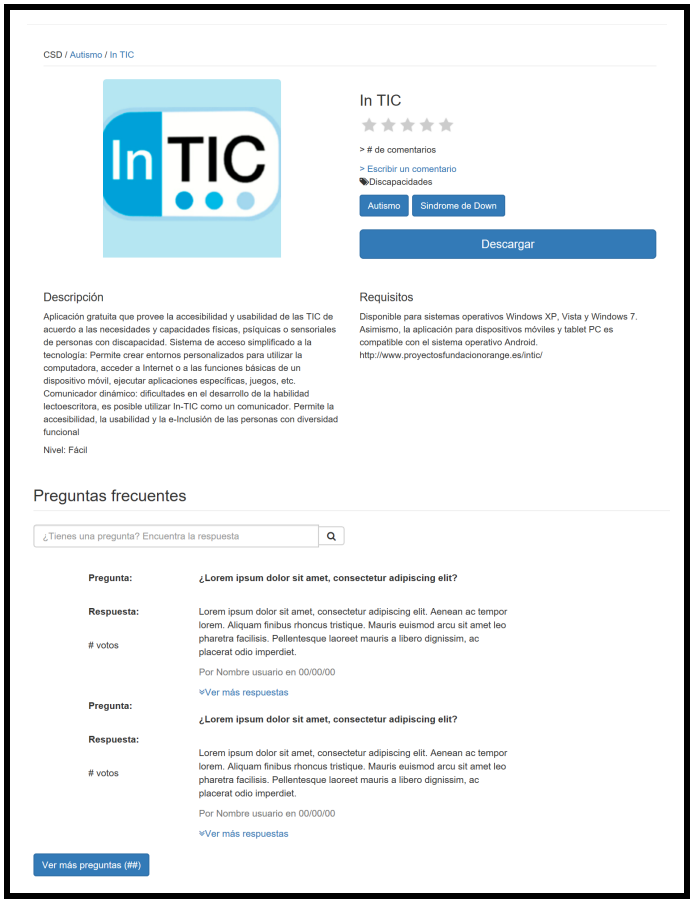


Figura 2.21: Interfaz de la aplicación.

2.2.1.3 Alta fidelidad

En esta etapa del proyecto, diferentes conceptos e ideas ya habían sido evaluadas para alcanzar el prototipo de alta fidelidad. El prototipo de alta fidelidad comenzó en noviembre 2016 con la versión estable de Angular 2 y Angular Material 2. Sin embargo, en el proceso de desarrollo del prototipo, Angular cambió de versiones porque es un framework que todavía esta en desarrollo y sigue mejorando. A través de las pruebas de usabilidad, fue posible definir la mayoría de elementos del catálogo como la estructura del catálogo, categorización, información, navegabilidad y elementos. Como se mencionó anteriormente, el prototipo de alta fidelidad debe ser lo más realista posible y funcional.

Entorno de desarrollo front-end

El prototipo de alta fidelidad se desarrolló en una laptop personal con Windows 10 de 64-bit, memoria de 8GB, procesador Interl Core i7-5500U de 2.40GHz.

El prototipo se realizó usando de base el *quickstart seed* que posee Angular. El *quickstart seed* de Angular posee configuraciones predeterminadas para el desarrollo local de un proyecto en Angular [30]. Para ejecutarlo, se construyó un entorno de desarrollo de soporte para el desarrollo del catálogo de software. La Figura 2.22 representa el entorno de desarrollo del prototipo de alta fidelidad.

El prototipo de alta fidelidad fue desarrollado con Angular v4.3.7. El entorno de trabajo para Angular fue Node.js. Se conectó el proyecto al repositorio de GitHub para el versionamiento de código. Mediante un plugin del editor de texto Atom, se utilizó Typescript para compilar y construir los componentes de Angular. Para el template o vista de cada componente, se utilizó Angular Material 2 y CSS.

Figura 2.22: Entorno de desarrollo del prototipo de alta fidelidad.

Inicialmente, se construyó una aplicación básica sólo de categorías (ver Figura 2.23). La aplicación estaba compuesta de templates, componentes de la categoría, servicios del cliente usados por los componentes y routing para la navegación entre la página inicial y las categorías. Los datos de las categorías se almacenaron en el cliente HTTP con un servicio simulado, es decir, un web API en memoria. La mayoría de elementos utilizados para los templates se tomó de Angular Material 2. Ya que este lenguaje está en desarrollo y existen elementos que aún no han sido implementados, se hicieron modificaciones con CSS. De esta manera, se crearon los componentes principales de la estructura del catálogo.

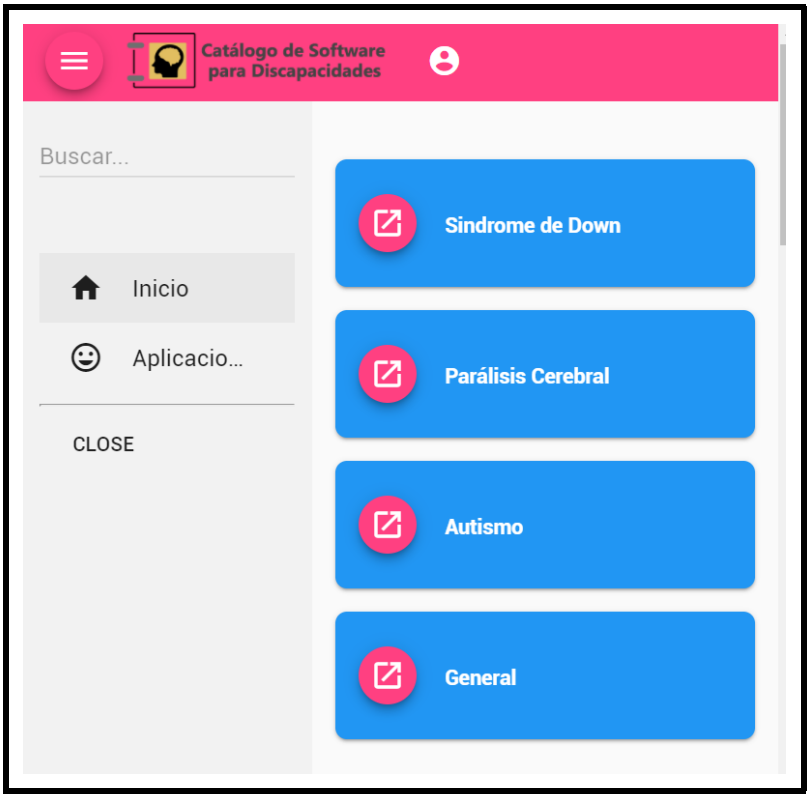


Figura 2.23: Estructura del prototipo de alta fidelidad con las categorías.

Terminada la aplicación básica, se procedió a crear los demás elementos del catálogo. Todos los elementos se crearon en carpetas diferentes con sus respectivos componentes y archivos html y css. Typescript generó automáticamente archivos javascript de los componentes. En la Figura 2.24, se observa el árbol del proyecto con los elementos, dashboard, servicios y routing distribuidos en carpetas. Finalmente, se procedió a unir todos los componentes creados.

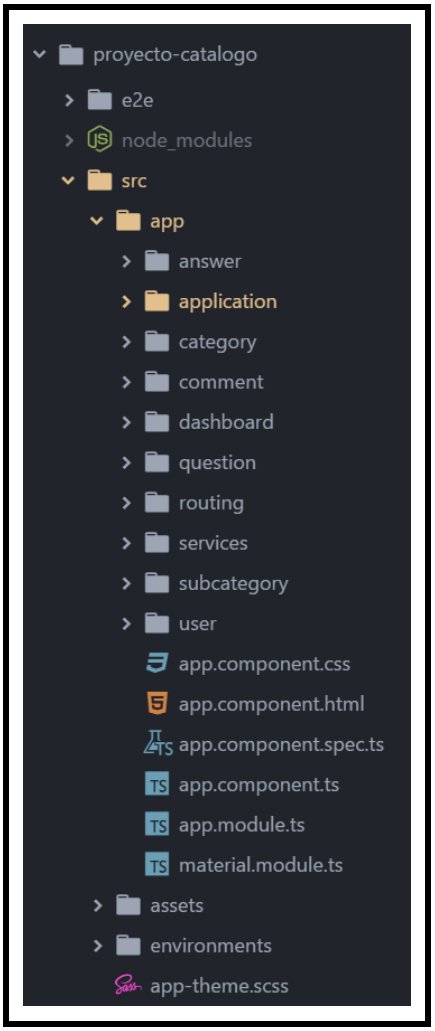


Figura 2.24: Árbol del proyecto.

Página de inicio

La página de inicio del prototipo de media fidelidad posee la barra de búsqueda, menú de navegación y el contenido principal. El prototipo de alta fidelidad tiene la misma estructura (ver Figura 2.25). Sin embargo, se hicieron algunos cambios. Por ejemplo, la foto y nombre del usuario en la parte superior y se quitaron las aplicaciones con más puntaje debajo de cada categoría. En cambio, se agregó un Top de Aplicaciones general. El contenido principal se divide en tres secciones (Top de aplicaciones, Últimos agregados y las categorías). Cada sección tiene su encabezado y las categorías tienen el botón *Más*. Este botón redirige a la interfaz de la categoría que corresponde. Con estas secciones, se puede atraer el interés del usuario y sirve de ayuda para la búsqueda que está realizando.

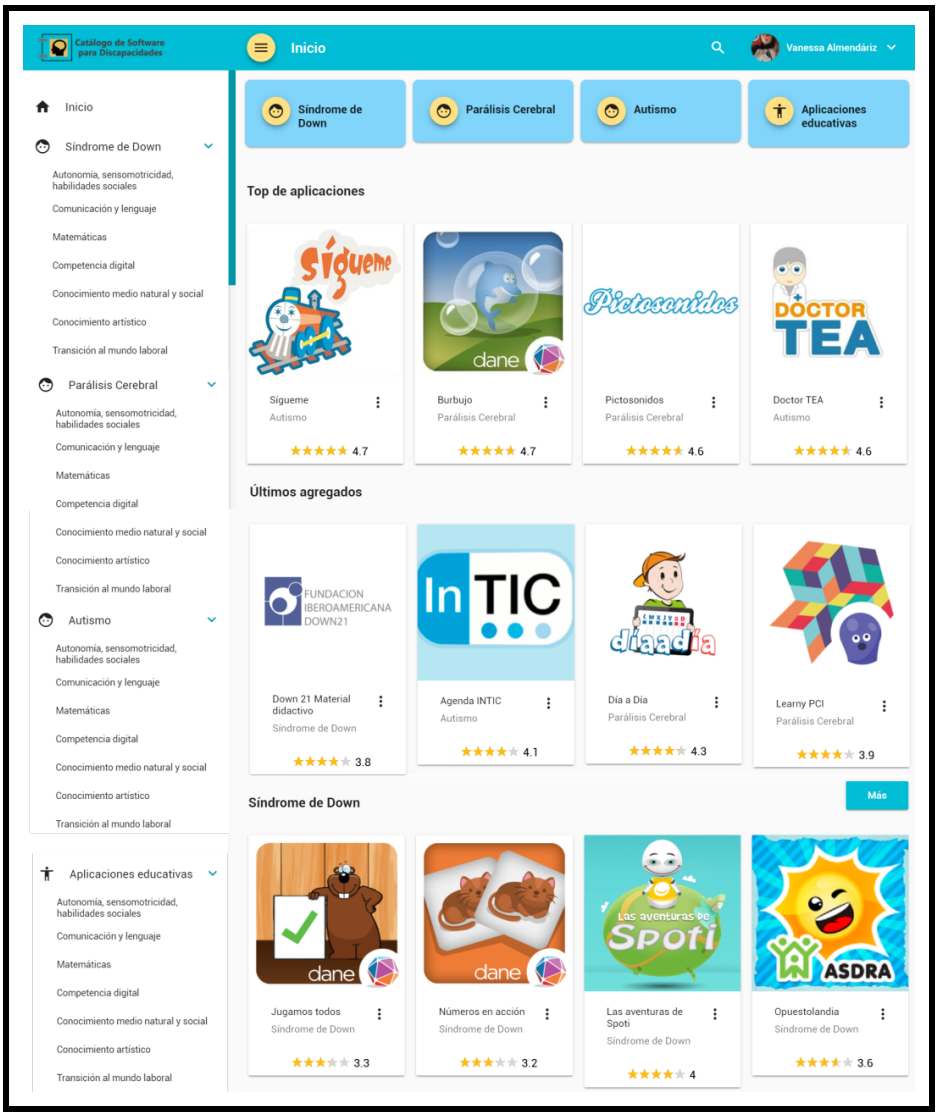


Figura 2.25: Interfaz de la página de inicio.

Categorías

La estructura de la interfaz de categorías es similar a los prototipos anteriores. Posee tres secciones: nuevas aplicaciones, recomendaciones y las subcategorías. Sólo las subcategorías tienen el botón Más (ver Figura 2.26).

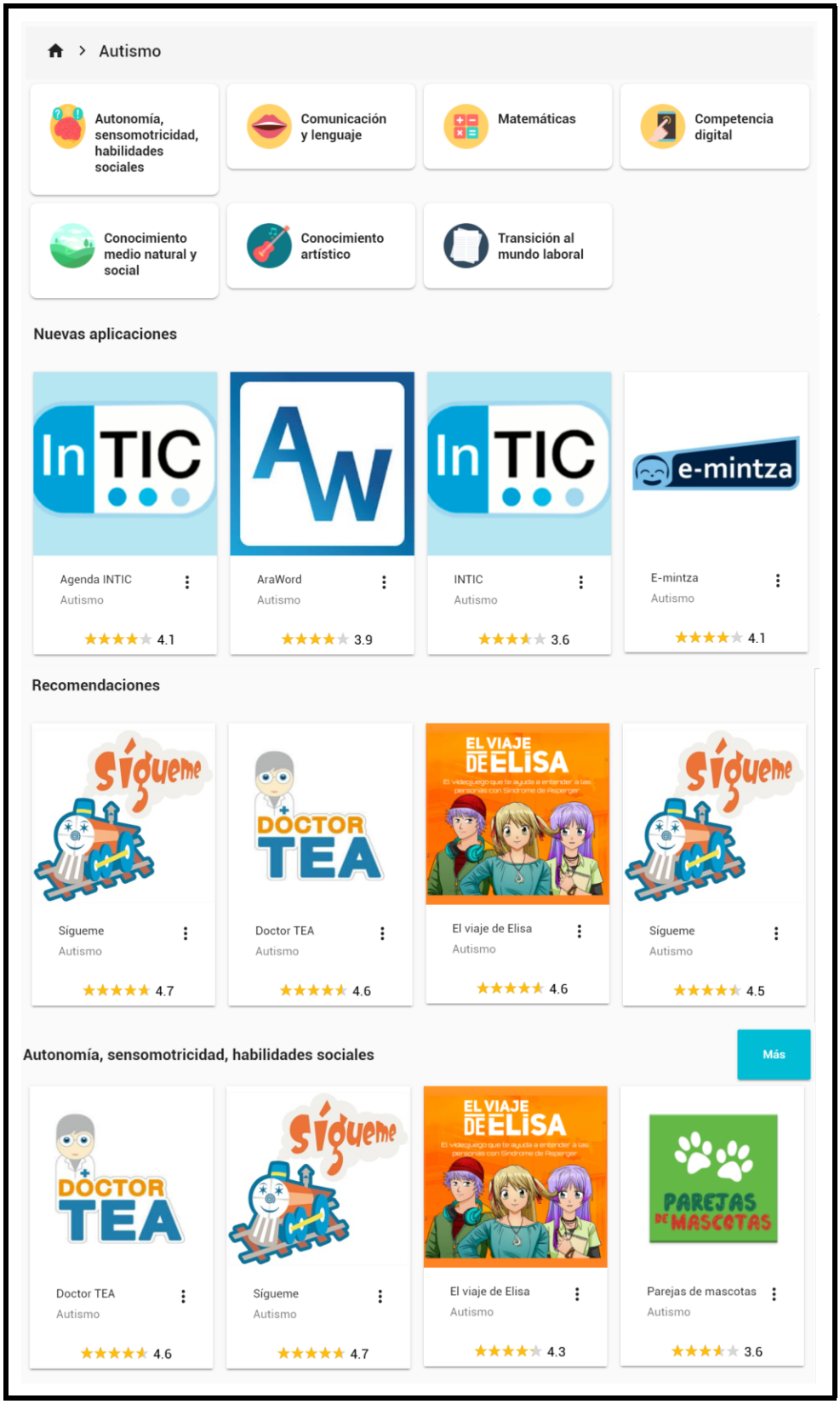


Figura 2.26: Interfaz de la categoría autismo.

Subcategorías

Cada subcategoría poseen un encabezado para diferenciarse. Las aplicaciones se muestran en una lista (ver Figura 2.27).

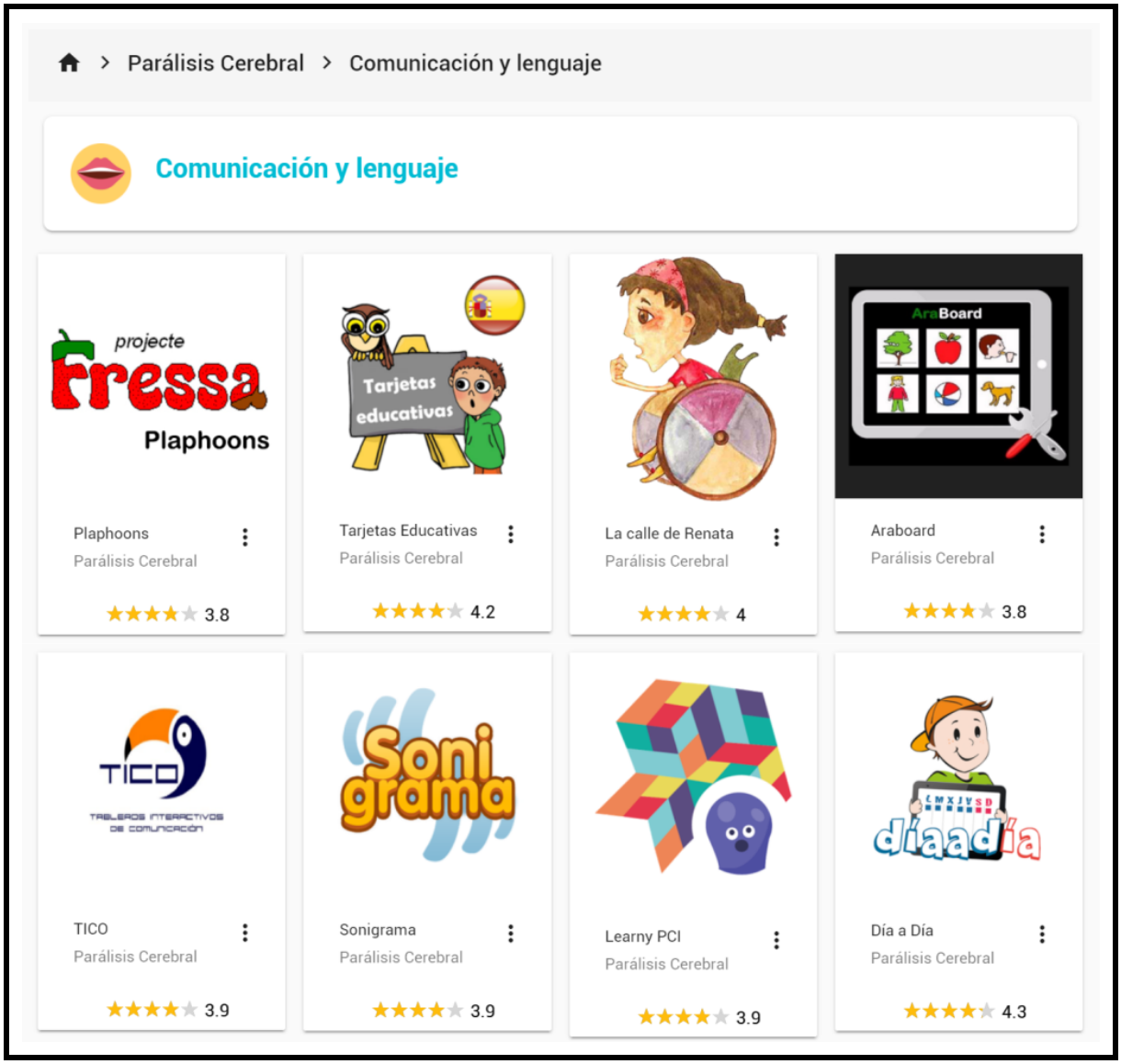


Figura 2.27: Interfaz de la subcategoría Comunicación y lenguaje.

Aplicación

La interfaz que más tiempo tomó diseñar fue de información de la aplicación. Esta interfaz tenía que mostrarse intuitiva y amigable para el usuario. Por lo tanto, toda la información que

se obtuvo de cada una de las 43 aplicaciones debía estar organizada de manera adecuada. La interfaz está dividida en cuatro secciones: información principal, preguntas, comentarios e información adicional (ver Figura 2.28). La sección de información principal posee una imagen, el nombre, la descripción y las actividades que contiene la aplicación. También, se agregó quién desarrolló, la puntuación y la plataforma. Se cambió las discapacidades relacionadas por las competencias que pueden mejorar con la aplicación. Finalmente, se agregaron dos botones al lado derecho; un botón de más información que permite visitar el sitio web oficial de la aplicación y un botón para descargar. El botón de descargar varía de acuerdo al tipo de la plataforma de la aplicación. Si es una aplicación de escritorio dice *Descargar* y si son aplicaciones móviles o web, tiene la palabra *Visitar el sitio*. Estos cambios se realizaron de acuerdo a las recomendaciones obtenidas en las evaluaciones de los prototipos anteriores. La sección de preguntas tiene un encabezado con el título de la sección y un botón para agregar más preguntas. Las preguntas poseen el nombre y foto del usuario, fecha y hora, la descripción de la pregunta y un botón para responder. La sección de comentarios tiene un encabezado con el título de la sección y un botón para agregar más comentarios. Cada comentario posee el nombre y foto del usuario, fecha y hora, la puntuación que da el usuario a la aplicación y la descripción del comentario. También, se agregaron botones al lado derecho de *Me gusta* y *Reportar*. La última sección posee información adicional de la aplicación.

Perfil de usuario

En el prototipo de baja fidelidad, se diseñó la interfaz del perfil de usuario. Sin embargo, los resultados obtenidos de la evaluación (ver sección 2.2.2.1) demostraron que las secciones eran confusas. Se creó una interfaz simple con un encabezado y pestañas del historial de descargas y favoritos (ver Figura 2.29). El encabezado contiene la imagen e información principal del usuario. El historial de descargas y favoritos son una lista de las aplicaciones descargadas y escogidas como favorito por el usuario.

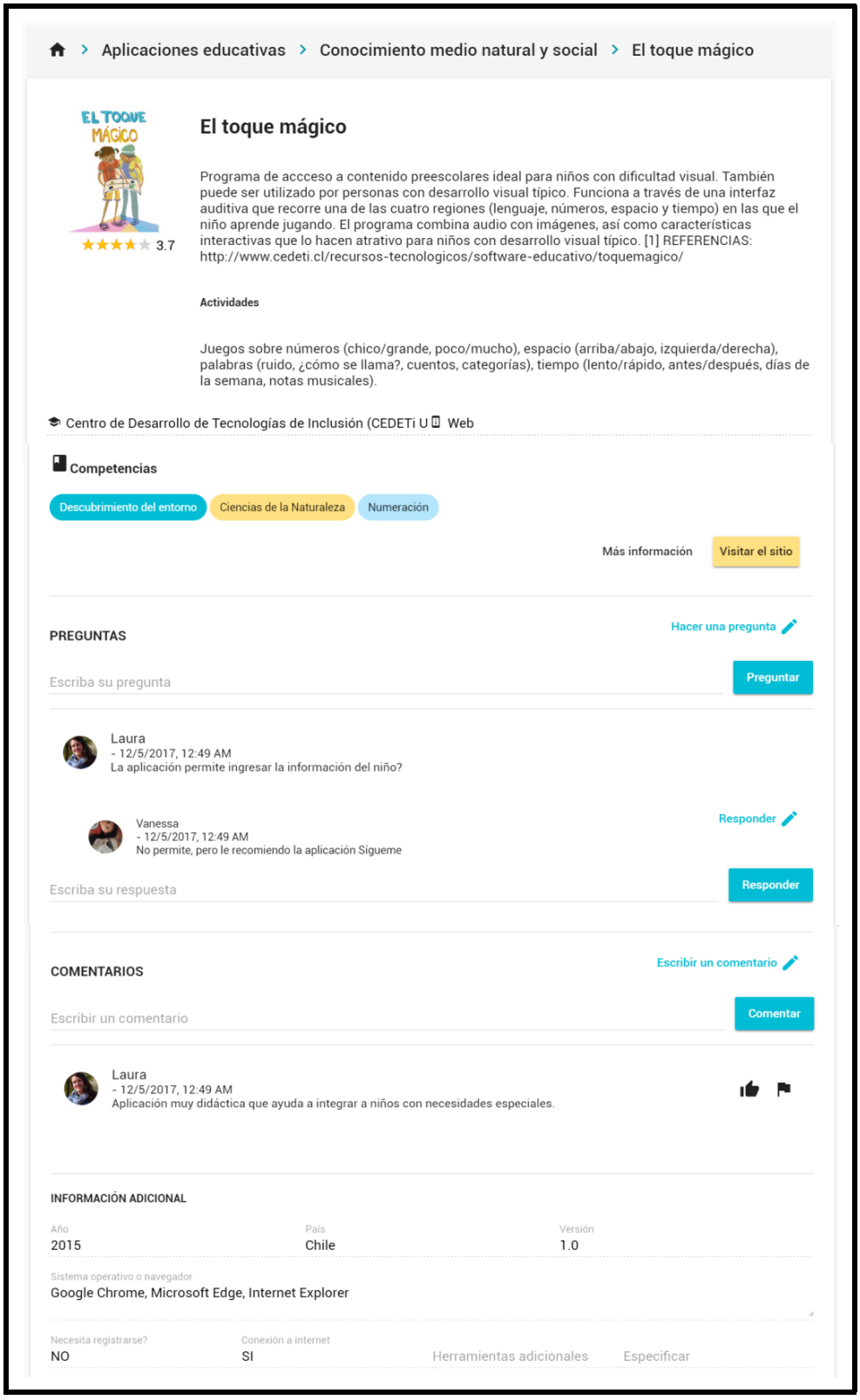


Figura 2.28: Interfaz de la aplicación *El toque mágico*.

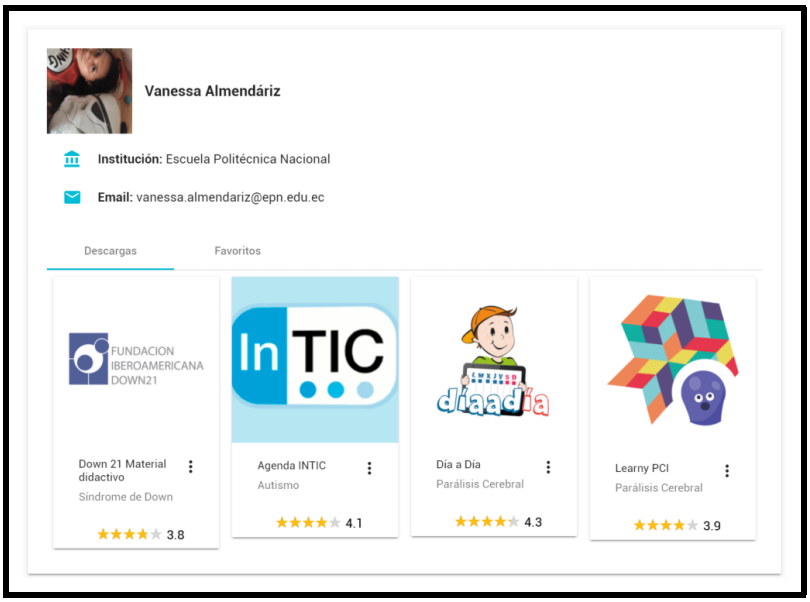


Figura 2.29: Interfaz del perfil del usuario genérico.

2.2.2 Evaluación de los prototipos

Se realizaron pruebas de usabilidad para evaluar el diseño de los prototipos. Se elaboraron encuestas y herramientas previamente para obtener la información respecto a la interacción del usuario con los prototipos del catálogo digital. Cada encuesta y herramienta usada en las evaluaciones de usabilidad de cada prototipo, se describen en las secciones 2.2.2.1, 2.2.2.2 y 2.2.2.3.

2.2.2.1 Baja fidelidad

Se realizó pruebas de usabilidad para decidir si el diseño propuesto para el catálogo de software fue apropiado para el prototipo. El prototipo de baja fidelidad fue evaluado en la herramienta automática Canvasflip, ya que el prototipo diseñado en mock-ups, no permite al usuario experimentar adecuadamente cómo iba a funcionar el catálogo digital de software. Los mock-ups utilizados fueron la página de inicio, categoría, aplicación y perfil del usuario. El objetivo de las pruebas fue encontrar las navegaciones más intuitivas del prototipo, qué información y secciones son útiles y cuáles no. El número de participantes para las pruebas fueron diez (ver Figura 2.30). Los participantes se dividieron en dos grupos y realizaron dos tipos de pruebas: navegabilidad y tareas.

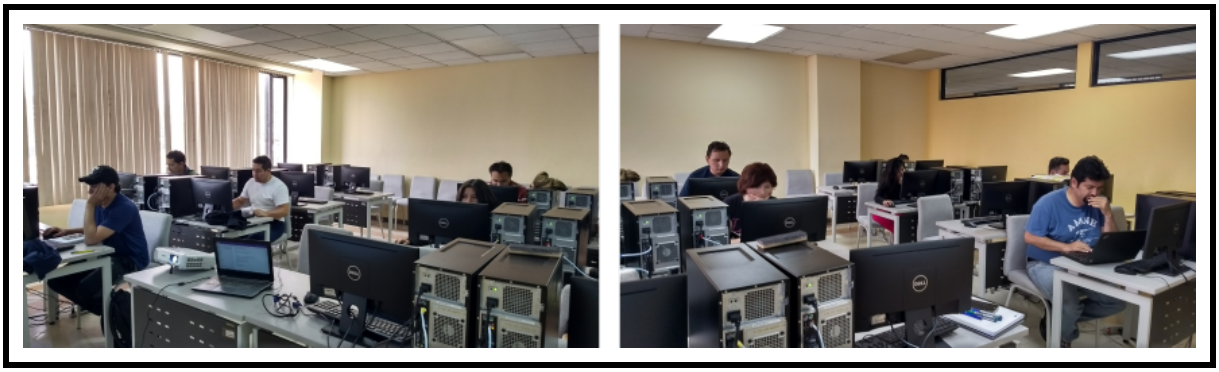


Figura 2.30: Participantes de las pruebas realizadas al prototipo de baja fidelidad.

Canvasflip permitió generar un link para compartir y realizar las pruebas remotamente. Las pruebas se llevaron a cabo en el laboratorio Gamma de la Facultad de Ingeniería de Sistemas (FIS) de la EPN. El ambiente para las pruebas fueron computadoras personales de marca Dell Optiplex 9010 con sistema operativo Windows 7.

Navegabilidad

Las pruebas de navegabilidad permitían al usuario recorrer las cuatro interfaces haciendo clic sobre elementos que se encontraban enlazados a la interface correspondiente (ver Figura 2.31). La herramienta mostraba a los usuarios las interfaces y tenían la posibilidad de escribir comentarios respecto a los elemetos de los mock-ups (ver Figura 2.32).

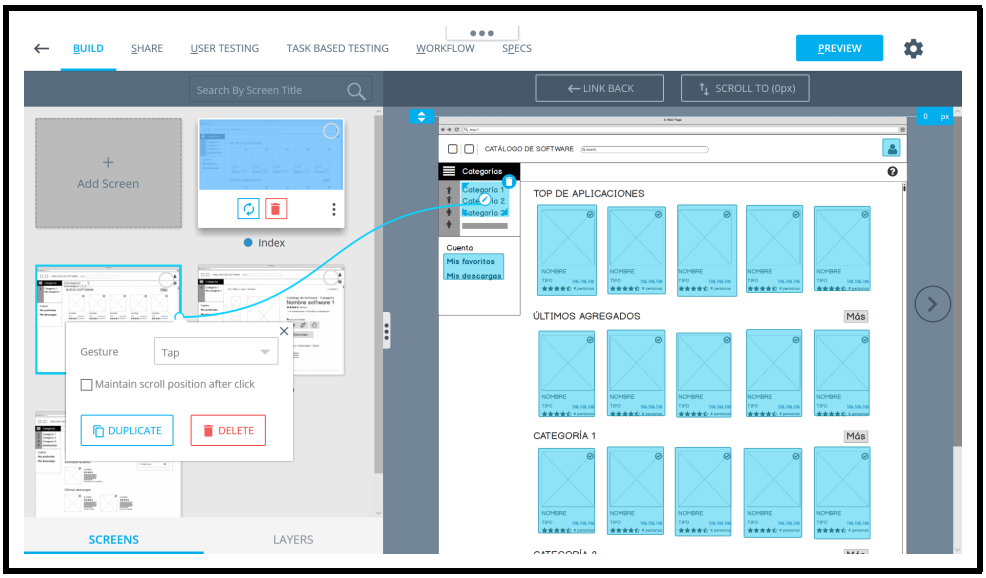


Figura 2.31: Enlace entre los mock-ups con Canvasflip.

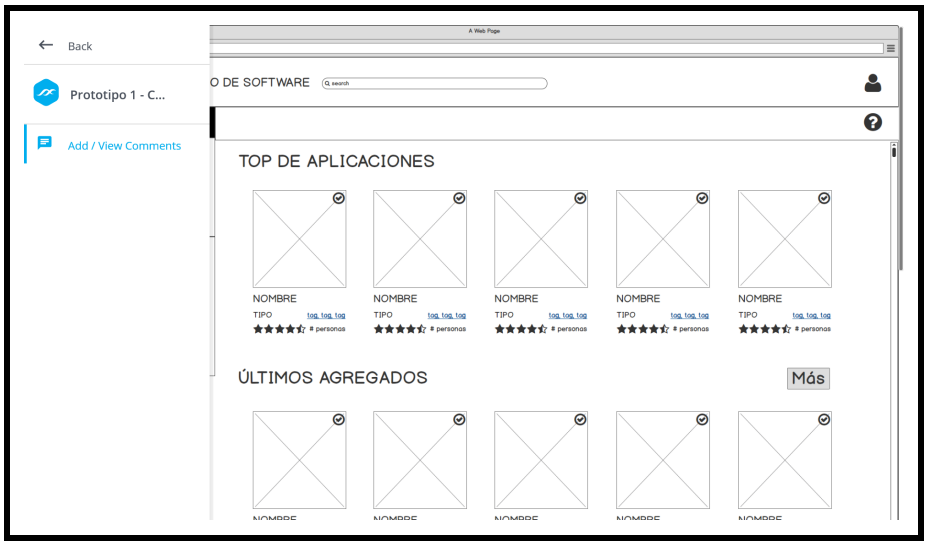


Figura 2.32: Inicio de prueba de navegabilidad.

Tareas

Las pruebas de tareas consisten en escribir una tarea con un escenario específico para que se realice la acción que se pide al participante que tome en la interfaz probada (ver Figura 2.33). Se realizaron 17 tareas: 9 tareas para la interfaz de la página de inicio, 3 tareas para la interfaz de categoría, 4 preguntas para la interfaz de la aplicación y 2 para la interfaz del perfil de usuario (ver Figura 2.34).

Los resultados de las pruebas del prototipo de baja fidelidad se muestran en la sección 2.2.2.1.

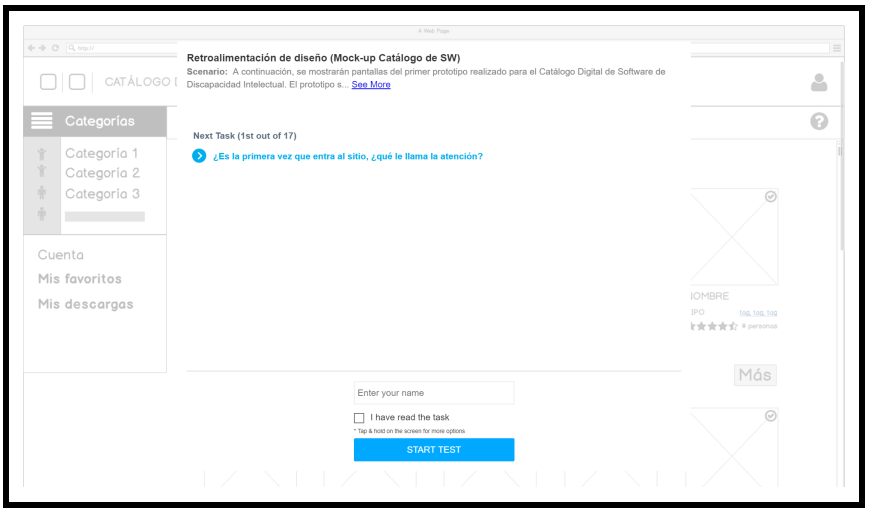


Figura 2.33: Inicio de la prueba con tareas.

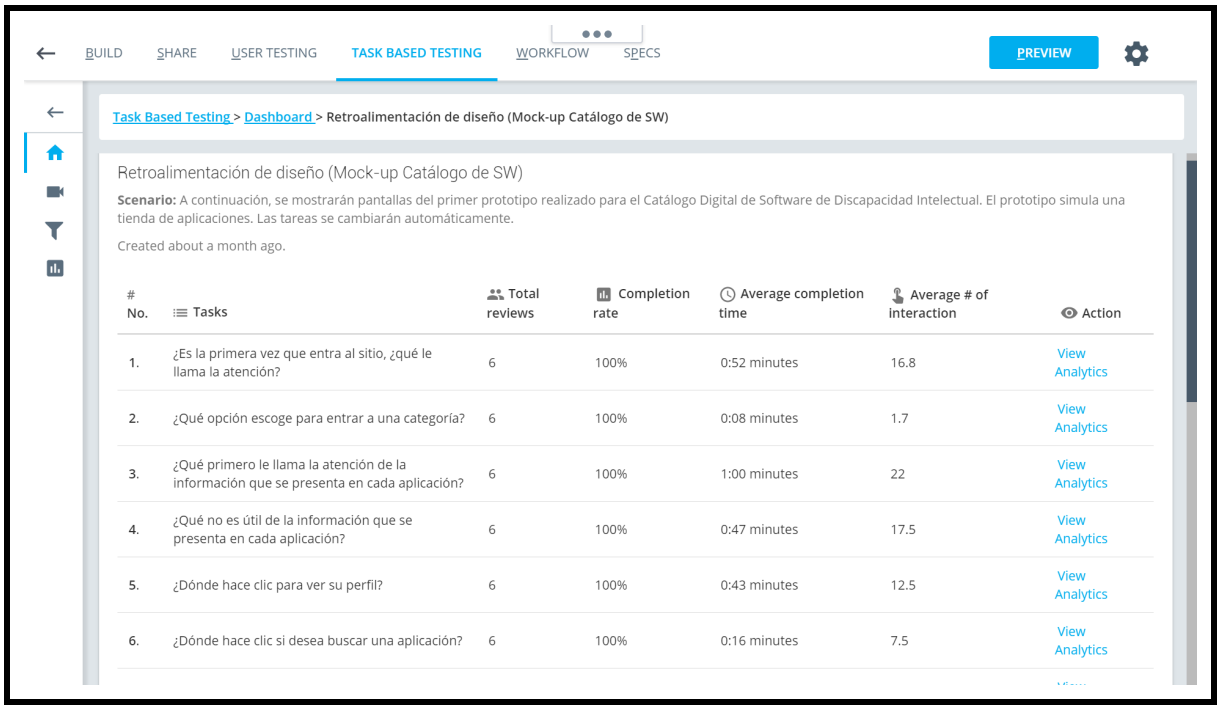


Figura 2.34: Lista de tareas, tomada de Canvasflip.

2.2.2.2 Media fidelidad

La evaluación del prototipo de media fidelidad se realizó en el evento del Habitat III (ver Figura 2.35). Las pruebas se aplicaron a 43 personas mediante una encuesta en línea usando Google Forms (ver sección 1.4.3.3). El objetivo principal fue determinar la usabilidad y la categorización para el catálogo de software. Antes de comenzar la encuesta, se dio una breve descripción del proyecto e indicaciones para realizar la prueba a los participantes.

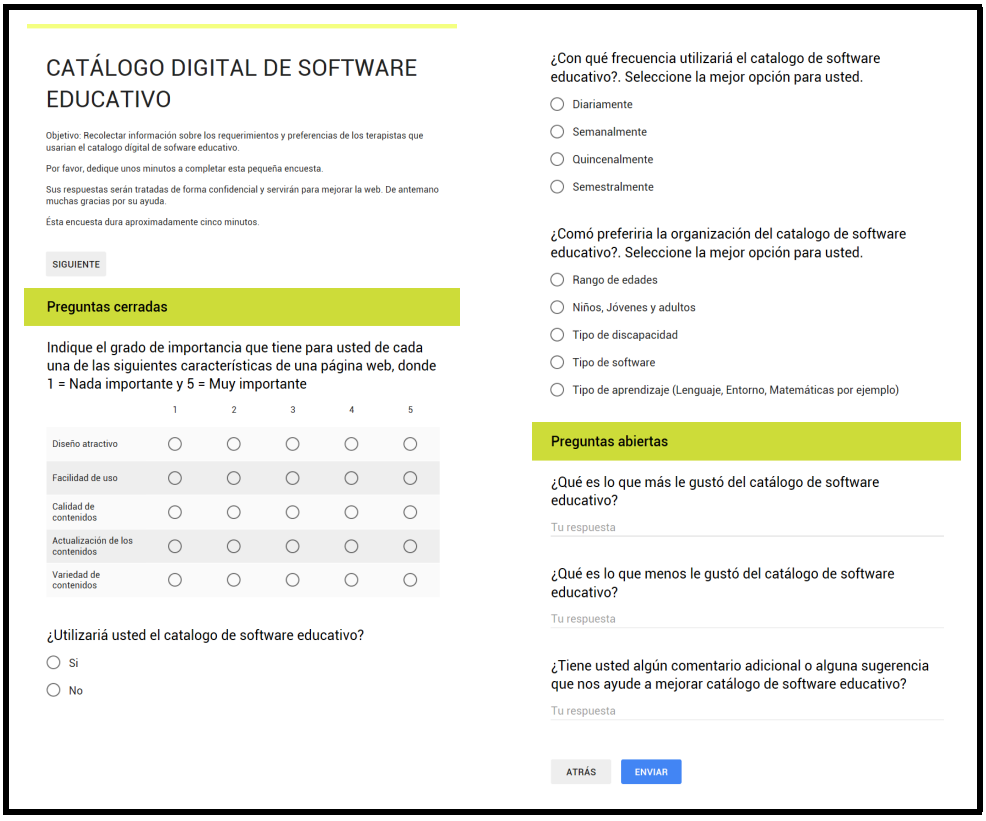
Se realizaron cuatro preguntas cerradas y tres preguntas abiertas sobre el prototipo. En la Figura 2.36, se puede ver la encuesta elaborada.

Los resultados de las pruebas de usabilidad realizadas al prototipo de media fidelidad se encuentran en la sección 2.2.2.2.

2.2.2.3 Alta fidelidad

La última parte del proceso de pruebas se realizaron con tres grupos de participantes: psicólogo del Instituto Fiscal de Educación Especial (IFEE) del Sur, psicólogos de la Pontificia

Figura 2.35: Participantes de la evaluación realizada al prototipo de media fidelidad.



CATÁLOGO DIGITAL DE SOFTWARE EDUCATIVO

Objetivo: Recolectar información sobre los requerimientos y preferencias de los terapistas que usarian el catalogo digital de sofware educativo.

Por favor, dedique unos minutos a completar esta pequeña encuesta.

Sus respuestas serán tratadas de forma confidencial y servirán para mejorar la web. De antemano muchas gracias por su ayuda.

Ésta encuesta dura aproximadamente cinco minutos.

SIGUIENTE

Preguntas cerradas

Indique el grado de importancia que tiene para usted de cada una de las siguientes características de una página web, donde 1 = Nada importante y 5 = Muy importante

	1	2	3	4	5
Diseño atractivo	○	○	○	○	○
Facilidad de uso	○	○	○	○	○
Calidad de contenidos	○	○	○	○	○
Actualización de los contenidos	○	○	○	○	○
Variedad de contenidos	○	○	○	○	○

¿Utilizariá usted el catalogo de software educativo?

- ○ Si
- ○ No

¿Con qué frecuencia utilizariá el catalogo de software educativo?. Seleccione la mejor opción para usted.

- ○ Diariamente
- ○ Semanalmente
- ○ Quincenalmente
- ○ Semestralmente

¿Comó preferiria la organización del catalogo de software educativo?. Seleccione la mejor opción para usted.

- ○ Rango de edades
- ○ Niños, Jóvenes y adultos
- ○ Tipo de discapacidad
- ○ Tipo de software
- ○ Tipo de aprendizaje (Lenguaje, Entorno, Matemáticas por ejemplo)

Preguntas abiertas

¿Qué es lo que más le gustó del catálogo de software educativo?

Tu respuesta

¿Qué es lo que menos le gustó del catálogo de software educativo?

Tu respuesta

¿Tiene usted algún comentario adicional o alguna sugerencia que nos ayude a mejorar catálogo de software educativo?

Tu respuesta

ATRÁS ENVIAR

Figura 2.36: Encuesta prototipo de media fidelidad.

Universidad Católica del Ecuador (PUCE) y estudiantes de pregrado de la FIS de la EPN (ver Figura 2.37). Las pruebas del prototipo de alta fidelidad fueron realizadas en las instalaciones donde trabajan los participantes y todas las sesiones se grabaron en video.

Figura 2.37: Participantes de la evaluación realizada al prototipo de alta fidelidad.

Las sesiones de pruebas consistían en tres partes. Inicialmente, se dió una explicación a los participantes del proyecto y objetivos de la prueba. A continuación, se hizo un recorrido de las interfaces de los cuatro elementos principales del catálogo (página de inicio, categoría, subcategoría y aplicación) y se pidió a los participantes su opinión sobre las interfaces. Al finalizar, se pidió a los usuarios que llenen una encuesta (ver Figura 2.38) del catálogo digital de software de acuerdo a cinco criterios de calidad de un sitio web [54]: Contenido, Navegación, Estructura y Diseño, Apariencia y Multimedia y Único.

Además, se realizaron pruebas de tareas con los estudiantes de la FIS. El objetivo de las pruebas fue evaluar la métrica Task success que se estableció en la Estrategia (ver sección 2.1.1). La prueba consistía en pedir al usuario realizar las siguientes tareas en el catálogo: buscar una aplicación, descargar una aplicación, crear una pregunta, responder una pregunta y crear un comentario.

Después de las pruebas, se analizaron los videos para obtener información importante brindada por los participantes y las respuestas obtenidas de la encuesta. Los resultados de las pruebas de usabilidad realizadas al prototipo de alta fidelidad se encuentran en la sección

2.2.2.3.

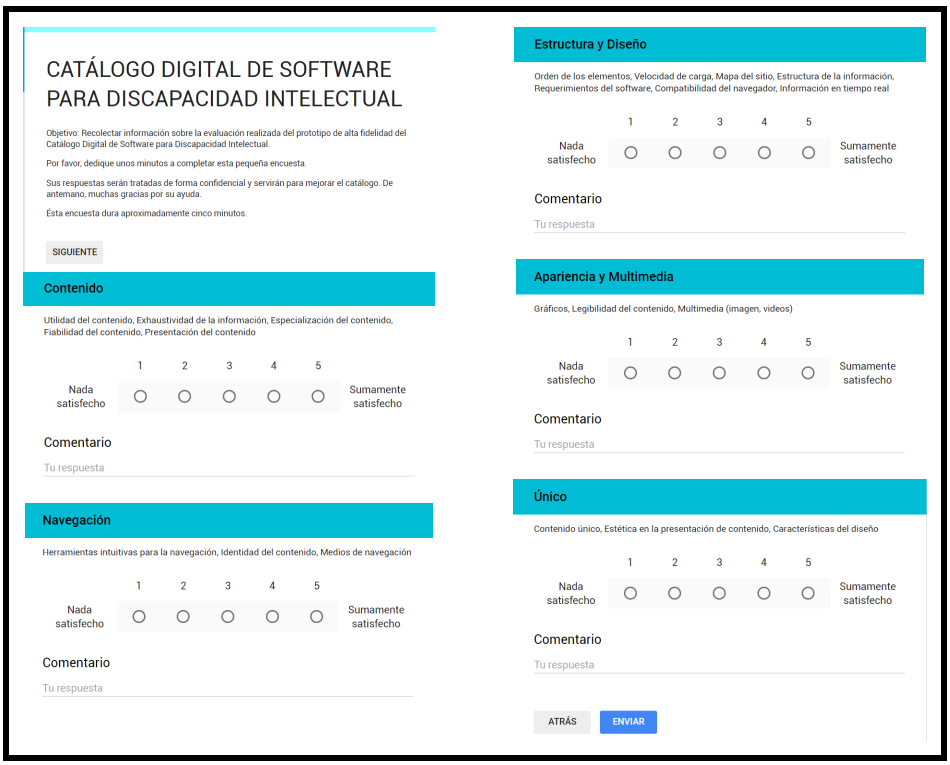


Figura 2.38: Encuesta prototipo de alta fidelidad.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS

Esta sección describe todos los resultados obtenidos del proyecto. Contiene figuras y tablas que muestran el análisis realizado al software para discapacidad intelectual. Además, presenta gráficas de los resultados obtenidos de las evaluaciones de los prototipos.

3.1.1 Sitios web y catálogos

Se identificaron un total de 394 resultados obtenidos de las búsquedas de sitios web y catálogos en Google. Se eliminaron los resultados duplicados y se excluyeron sitios web de contenido irrelevante para el aprendizaje de personas con discapacidad intelectual, dejando 137 sitios web y catálogos elegibles. Antes de la selección final, se excluyeron los sitios que son informativos y blogs, de otras discapacidades, que redireccionan a otros sitios, no funcionan y catálogos en pdf. Quedando al final 9 sitios web y catálogos para el análisis, como se muestra en la Figura 3.1.

El análisis de la información extraída a los nueve sitios y catálogos mostró tres características importantes para el diseño del catálogo de software que se describen a continuación:

1. **Tipo de catálogo:** existen dos tipos de catálogos: sitios web del desarrollador y promotor, que ofrecen soluciones tecnológicas para la discapacidad intelectual. Los sitios web desarrolladores diseñan aplicaciones para discapacidades intelectuales junto con especialistas en educación y programadores de tecnología. Los sitios web son de instituciones, ONG, fundaciones y sitios web de proyectos, por ejemplo Proyecto DANE. Desarrollan aplicaciones adaptadas a las características y necesidades específicas

de las personas con discapacidad [55].

En cambio, los sitios web promotores recogen aplicaciones creadas por desarrolladores de diferentes países. Comparten y brindan acceso a las aplicaciones, creando un catálogo y clasificando las aplicaciones en categorías. Por ejemplo, el Centro Iberoamericano de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CIAPAT) recopila información sobre productos de apoyo para las discapacidades [56].

2. **Acceso:** los usuarios deben hacer de 3 a 6 clics (o más) para descargar o acceder a las aplicaciones en los sitios web y catálogos evaluados. De acuerdo a Morvinlle y Rosenfeld, esto es razonable si los usuarios realizan búsquedas de elementos conocidos, donde hay una respuesta "correcta" a su pregunta y un punto final coherente y mesurable para sus sesiones de búsqueda [57]. Sin embargo, es recomendable que los usuarios tengan rápido acceso a la información. Algunos de los sitios consideraban la regla de los tres clics del diseño web.

3. **Retroalimentación:** ninguno de los sitios web y catálogos tenía evidencia de la interacción que los usuarios han hecho con sus sitios. No existía secciones de preguntas, comentarios sobre las aplicaciones y no tenían puntuaciones referenciales.

3.1.2 Aplicaciones

Se obtuvieron 1796 resultados de la búsqueda de aplicaciones entre las búsquedas de Google y las aplicaciones recomendadas por Instituciones que brindan apoyo a personas con discapacidad intelectual [5]. De acuerdo a los criterios de selección de las aplicaciones, se obtuvo un total de 43 aplicaciones. De las 43 aplicaciones, 25 aplicaciones eran de España, 17 eran de Argentina, una aplicación era de Chile y una de México (ver Figura 3.2).

Las aplicaciones se clasificaron de acuerdo a la categorización de los resultados obtenidos en la evaluación del segundo prototipo en la sección 3.1.3.2 y se evaluaron con MARS.

Además, se encontró 13 proyectos de tesis relacionados a aplicaciones educativas de discapacidad intelectual en universidades del Ecuador. Se muestran en la Tabla 3.1.

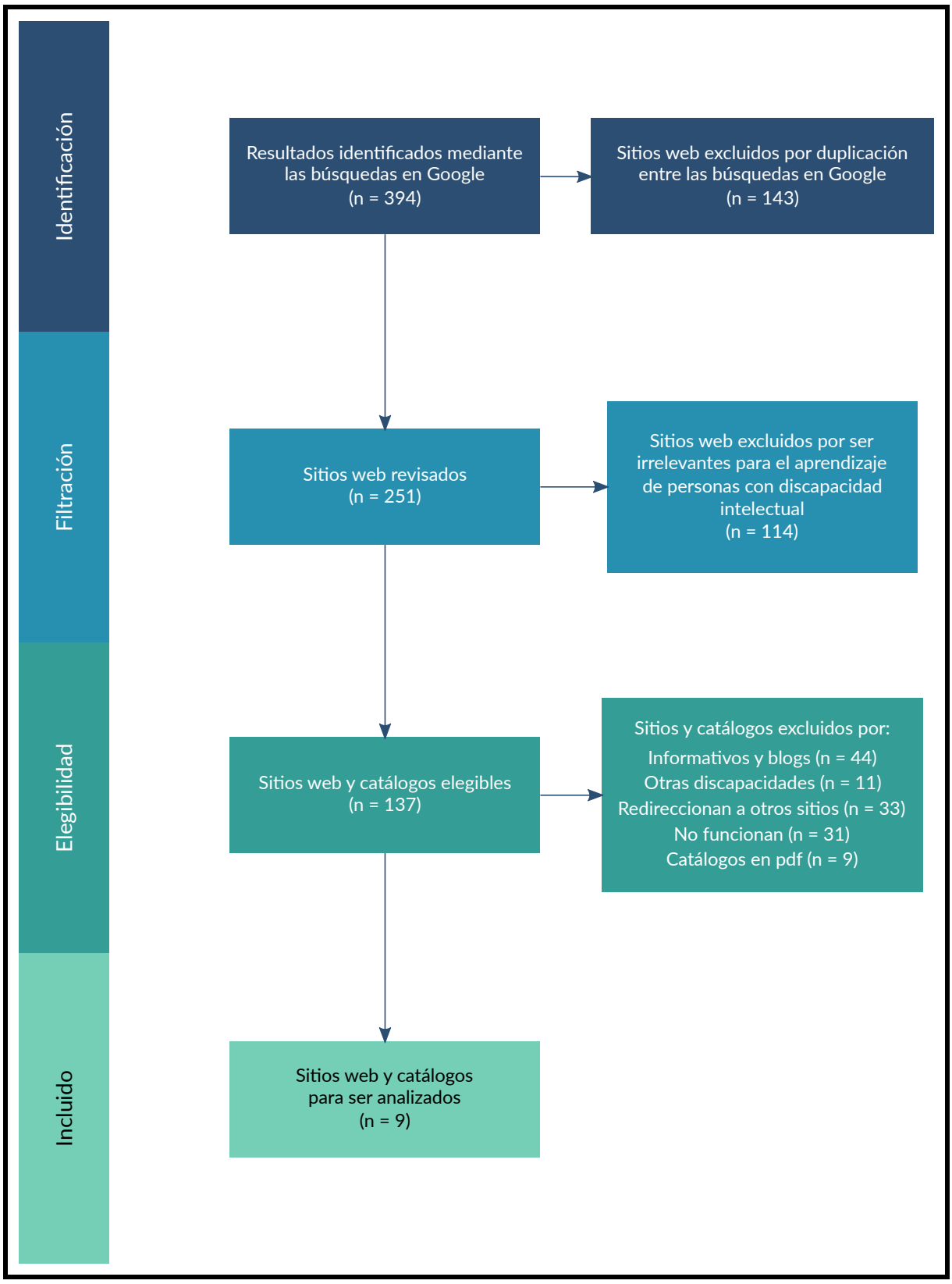


Figura 3.1: Diagrama del flujo del proceso de búsqueda sistemática para sitios web y catálogos.

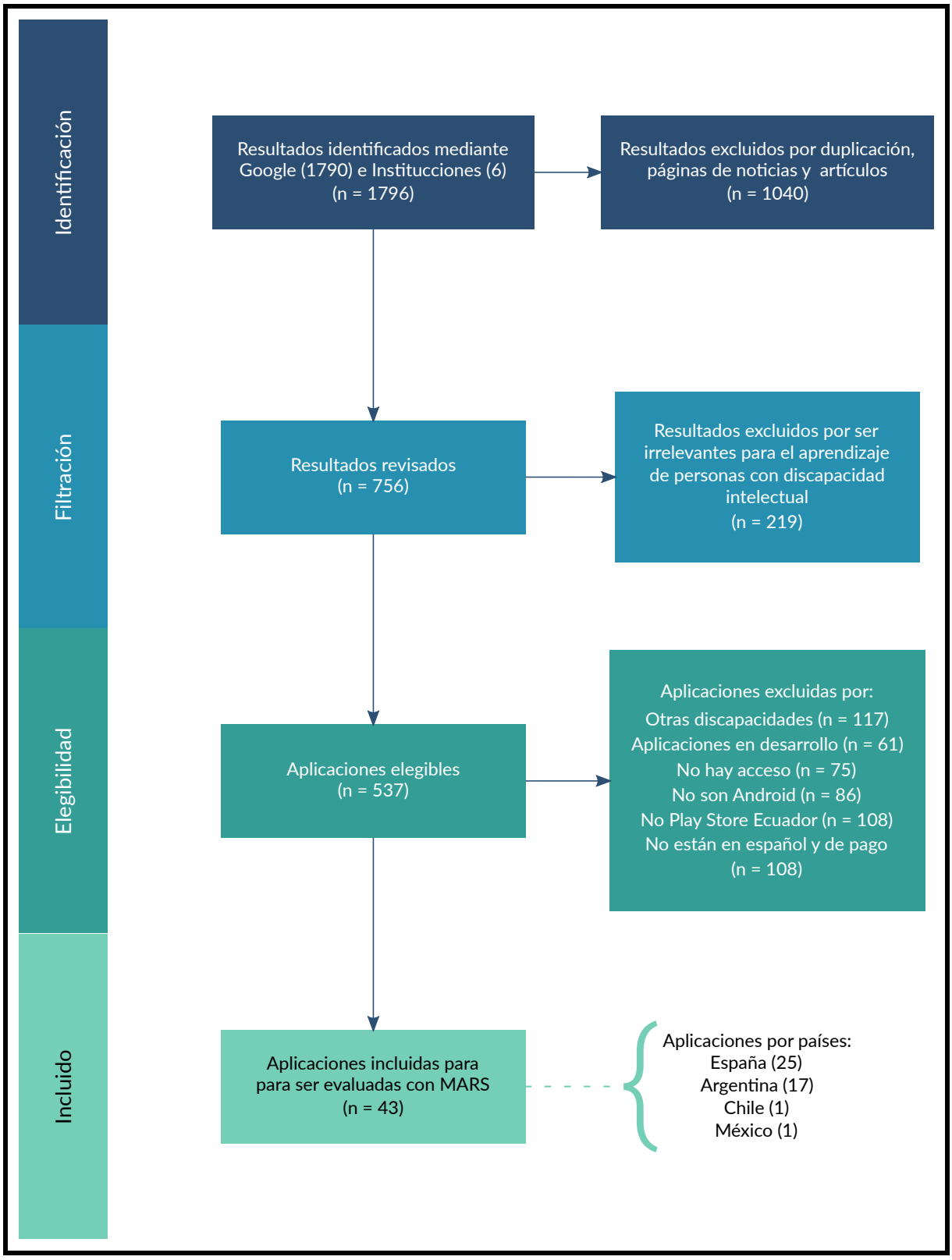


Figura 3.2: Diagrama del flujo del proceso de búsqueda para aplicaciones.

No.	Nombre del proyecto	Discapacidad	Año	Institución
1	Sistema de realidad aumentada para ayuda de personas con deficiencia leve	General	2016	EPN
2	Sistema coeficiente intelectual Paralisis Cerebral CD-0760	Parálisis cerebral	2007	EPN
3	Sistema multimedia para el desarrollo de habilidades del pensamiento	General	2008	ESPE
4	Lukánikas: Herramienta lúdica de hardware y software para niños y niñas con Síndrome Down	Síndrome de Down	2015	ESPE
5	Diseño e implementación de un comunicador pictográfico para personas con trastornos del habla y lenguaje basado en técnicas de comunicación aumentativa alternativa	General	2013	ESPE
6	Desarrollo de una aplicación móvil de aprendizaje musical sobre el reconocimiento de patrones básicos en el teclado de un piano para personas no videntes.	General	2016	ESPE
7	Análisis, diseño e implementación de un sistema multimedia para la enseñanza de matemáticas para niños con síndrome de Down.	Síndrome de Down	2005	ESPE
8	Análisis, diseño e implementación de una aplicación que sirva de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje dirigido a niños especiales	Síndrome de Down	2009	ESPOL
9	Plataforma móvil colaborativa para permitir a los cuidadores de niños con necesidades especiales compartir sus experiencias y dudas de cuidados	General	2016	ESPOL
10	Diseño e implementación de una aplicación móvil de soporte para el desarrollo articulatorio en niños con parálisis cerebral y problemas asociados	Parálisis cerebral	2014	UPS
11	Desarrollo de un software educativo para el Instituto Fiscal Especial Stephen Hawking en el área de Lenguaje y Comunicación para niños con parálisis cerebral nivel 1	Parálisis cerebral	2010	UPS
12	Análisis y diseño e implementación de una aplicación movil para facilitar la comunicación alternativa de personas con TEA (transtorno con el espectro autista).	Autismo	2016	UPS
13	Análisis, diseño e implementación de una aplicación informática para medir el desarrollo de lenguaje en niños con discapacidad que asisten al Centro de Rehabilitación Integral Especializada No 5 (CRIE No 5) en Cuenca	General	2015	UPS

Tabla 3.1: Proyectos de universidades ecuatorianas sobre discapacidades.

3.1.2.1 Evaluación de las aplicaciones

El cálculo de la calidad total de las aplicaciones se realizó en base a las puntuaciones medias de las subescalas atractivo, funcionalidad, estética, información y subjetiva (ver Tabla 3.3). La calidad subjetiva obtuvo un alfa de Cronbach de 0,58 por lo que no fue tomada para el cálculo de la Calidad Total. MARS recomienda que al ser un valor no confiable, no se debe considerar.

La Tabla 3.2 muestra los resultados estadísticos de las 43 aplicaciones respecto al alfa de Cronbach y la correlación de los ítems.

De las 43 aplicaciones evaluadas, 9 son para síndrome de Down y 9 para parálisis cerebral. El mayor número son de autismo con 16 aplicaciones y finalmente 9 están en la categoría aplicaciones educativas, las cuales podrían ser útiles para cualquiera tipo de discapacidad intelectual. Por el área de competencia, 20 se utilizan para Comunicación y Lenguaje; 12 eran de Autonomía, sensomotricidad y habilidades sociales; 7 correspondían al área de Conocimiento medio natural y social y 4 fueron del área de Matemática. No se encontraron aplicaciones de las competencias de Conocimiento artístico y Transición al mundo laboral.

De acuerdo a la plataforma, las aplicaciones evaluadas se clasificaron de la siguiente manera: 10 para escritorio, 10 para web, y 23 para móviles que usan Android. Además, se determinó que 13 de las 43 aplicaciones necesitan internet para su funcionamiento.

#	Subescala / elemento	Correlación total de elementos corregida	Media	Desviación Estándar
Atractivo alfa = 0,67 , CCI = 0,71 (95% CI 0,48 - 0,80)				
1	Entretenimiento	0,35	4,07	0,74
2	Interés	0,55	3,95	0,79
3	Personalización	0,53	2,51	1,53
4	Interactividad	0,43	2,63	1,31
5	Grupo Objetivo	0,40	4,40	0,69
Funcionalidad alfa = 0,67 , CCI = 0,66 (95% CI 0,46 - 0,80)				
6	Rendimiento	0,44	4,23	0,87
7	Facilidad de uso	0,44	4,49	0,74
8	Navegación	0,50	4,33	0,84
9	Diseño gestual	0,39	4,47	0,70
Estética alfa = 0,74, CCI = 0,73 (95% CI 0,56 - 0,87)				
10	Diseño	0,43	4,37	0,76
11	Gráficos	0,56	3,91	0,89
12	Atractivo visual	0,70	3,91	0,95
Información alfa = 0.63 , CCI = 0.60 (95% CI 0,42 - 0,77)				
13	Exactitud descripción	0,26	4,21	0,86
14	Objetivos	0,46	3,53	1,37
15	Calidad de la información	0,52	3,63	1,33
16	Cantidad de información	0,51	3,47	1,26
17	Información visual	0,03	4,19	0,82
18	Credibilidad	0,23	4,09	1,04
19	Evidencias de uso	0,29	3,58	1,20
Calidad Subjetiva alfa = 0,58 , CCI = 0,62 (95% CI 0,33 - 0,75)				
20	Recomendación aplicación	0,53	4,23	0,78
21	Veces de uso aplicación	0,40	3,95	0,90
22	Grado de dificultad instalación	0,12	4,44	1,03
23	Calificación aplicación	0,50	3,79	0,74

Tabla 3.2: Evaluación estadística de las 43 aplicaciones utilizando los 23 ítems de MARS.

#	Nombre	Atractivo	Funcionalidad	Estética	Información	Subjetiva	Total*
1	Down 21 Material didáctico	3,20	4,00	4,00	4,00	4,50	3,80
2	Las Aventuras de Spoti	3,00	5,00	4,33	3,57	3,50	3,98
3	SuperApp	3,60	4,50	4,67	4,29	4,50	4,27
4	TuliEmociones	2,60	4,25	3,67	3,00	4,00	3,38
5	EmoPlay	2,40	3,50	3,33	3,14	3,25	3,09
6	JoseAprende Móvil	2,80	3,50	2,67	2,71	2,50	2,92
7	José aprende Web	3,00	4,50	3,67	3,71	3,25	3,72
8	Doctor TEA	4,00	5,00	4,67	4,86	0,00	4,63
9	Sígueme Móvil	5,00	4,75	3,33	4,86	4,50	4,49
10	Sigueme Escritorio	4,60	4,50	4,67	4,86	5,00	4,66
11	INTIC Escritorio	4,60	3,00	3,00	3,71	4,00	3,58
12	INTIC Móvil	4,00	4,50	3,33	4,29	4,00	4,03
13	Agenda INTIC	4,00	4,00	4,00	4,43	4,50	4,11
14	El viaje de elisa Móvil	3,80	4,50	4,67	4,14	4,50	4,28
15	El viaje de Elisa Web	4,60	4,00	5,00	4,86	4,25	4,62
16	Día a Día	4,00	4,25	4,67	4,14	4,50	4,26
17	E-Mintza	4,60	4,25	4,00	3,71	4,50	4,14
18	La calle de Renata	3,40	5,00	4,33	3,29	4,50	4,01
19	Plaphoons	3,80	4,25	3,33	3,83	4,00	3,80
20	Learny PCI	3,80	4,50	3,67	3,57	4,70	3,89
21	Dibugrama	2,80	4,25	4,67	3,71	3,00	3,86
22	El toque mágico	3,00	4,25	4,33	3,14	4,25	3,68
23	Pequen Lee Todo	3,80	3,00	2,33	2,86	3,50	3,00
24	El juego de los opuestos	3,60	4,75	5,00	4,57	4,50	4,48
25	Jugando con las vocales	3,20	4,50	4,67	3,57	3,75	3,99
26	Grupolandia	2,60	5,00	4,33	4,43	4,00	4,09
27	Opuestolandia	2,40	4,50	4,00	3,43	3,75	3,58
28	Siluetas OA	3,60	5,00	4,00	4,57	5,00	4,29
29	Números en acción	2,80	4,25	3,67	2,14	3,25	3,22
30	Jugamos Todos	2,40	3,50	3,33	4,00	3,50	3,31
31	Puzzingo	3,80	4,50	5,00	4,29	4,25	4,40
32	Desafíos mas y menos	2,80	4,75	3,67	3,71	3,50	3,73
33	ParejasdeMascotas	2,80	4,50	4,00	3,00	4,25	3,58
34	Tarjetas educativas en español	3,40	5,00	4,67	3,71	4,78	4,20
35	Pictosonidos	4,20	5,00	5,00	4,00	4,50	4,55
36	Burbujo	4,40	5,00	5,00	4,43	4,25	4,71
37	Sonigrama	3,00	4,75	3,67	4,00	4,25	3,86
38	AraBoard	3,60	4,00	3,33	4,14	4,25	3,77
39	TICO	4,60	3,25	4,00	3,85	4,00	3,93
40	AraWord	3,60	4,00	4,00	3,86	4,50	3,87
41	Pelayo y su pandilla (Aprendo a comunicarme)	3,60	5,00	4,33	3,43	4,25	4,09
42	Animales Salvajes	2,80	5,00	4,00	3,29	3,50	3,77
43	El buho boo - Presionando teclas	3,40	5,00	5,00	2,86	4,50	4,07

Total*: La calidad subjetiva no se incluye en los cálculos.

Tabla 3.3: Puntuaciones de la calidad de las aplicaciones.

3.1.3 Evaluación de los prototipos

Los resultados obtenidos de las pruebas de usabilidad realizadas a los tres prototipos, se describen en las siguientes tres secciones.

3.1.3.1 Baja fidelidad

Los siguientes resultados se obtuvieron de las pruebas realizadas al prototipo de baja fidelidad.

Navegabilidad

La herramienta Canvasflip grabó 10 interacciones realizadas de los cinco participantes de la prueba de usabilidad. El tiempo promedio utilizado para la navegación de los cuatro mock-ups fue de 6 minutos y 18 segundos. Los participantes realizaron 117 clics en las interfaces.

A través del conversion funnel de Canvasflip, se determinó los mock-ups con más sesiones. El mock-up del perfil tuvo 6 sesiones en la primera interacción. En la segunda interacción, el mock-up de categoría tuvo 4 sesiones. Los mock-ups de la aplicación y perfil tuvieron el mismo número de sesiones (2) en la tercera interacción. Finalmente, el mock-up de categoría fue la único en ser visitada en la cuarta interacción.

Mediante el interaction heatmap, se identificó los elementos de cada mock-up que son más atractivos para el usuario. El menú, botón de perfil, nombre del catálogo y la imagen de la aplicación son los más atractivos en el index. En categoría, el botón de subcategorías, botón Más y las imágenes de aplicaciones. Los elementos que más llamaron la atención en el mock-up de la aplicación fueron las imágenes de la sección de información y la sección de comentarios. Finalmente, el elemento con más iteracciones en el mock-up del perfil fue el cuadro de resumen del usuario.

Los siguientes comentarios realizados por los usuarios a cada mock-up, fueron considerados para el catálogo:

Mock-up 1 - Inicio

- **Botón de ayuda:** al lado o dentro de ayuda se puede agregar un módulo de Frequently Asked Questions (FAQ) con la finalidad de guiar correctamente al usuario.
- **Menú:** ¿cuál va a ser el comportamiento si el número de categorías crece demasiado?.
- **Diferenciación:** agregar un carrusel de imágenes o algún otro elemento o información que distinga la portada (página principal) de las páginas internas o listados por categorías.
- **Navegación:** se debería informar en qué página está, de este modo se podrá ver consistencia a lo lago de todas las páginas, por ejemplo: Home / Home >categoria 1 o Ayuda / Ayuda >preguntas frecuentes.

Mock-up 2 - Categorías

- **Menú:** alternar fondos de color para diferenciar categorías. Árbol de navegación para categorías y subcategorías.

Mock-up 3 - Aplicación

- **Botón de ayuda:** subir al lado del perfil.
- **Número de la aplicación:** el numero del software en su categoría puede ser innecesario o talvez sería recomendable proveer navegación con flechas para ir al siguiente o anterior.
- **Botón de descargar:** el nombre *Descargar* es muy específico, no es lo mismo descargar que acceder a una aplicación web.
- **Navegación:**la barra de navegación y paginación podrían estar al mismo nivel que el botón de ayuda para que sea más vistoso.

- ❒ **Secciones:** la sección de comentarios debe estar antes de la sección preguntas.
- ❒ **Imágenes discapacidades:** las imágenes, ¿a qué tipo de discapacidades hacen referencia?.

Mock-up 4 - Perfil de usuario

- ❒ **Botón de perfil:** agregar nombre de usuario para ayudar a identificar el usuario.
- ❒ **Portada:** aún cuando una imagen de portada es llamativa y mejora la apariencia en redes sociales, su utilidad puede ser menor dentro de esta comunidad talvez no represente el esfuerzo de implementarlo.
- ❒ **Actividades recientes y últimas descargas:** la finalidad de actividades recientes y últimas descargas puede ser confusa. Si son similares podrían agruparse en una sola sección.

Tareas

Los resultados obtenidos en las pruebas de tareas se muestran la Tabla 3.4. Las capturas obtenidas de CanvasFlip se pueden ver en el Anexo C.1.

Tarea	Resultado
1	- El menú y la barra superior del mock-up son los elementos que más llamaron la atención de los participantes al entrar al sitio. El interaction heatmap muestra también que los participantes hicieron clic sobre el ícono del perfil del usuario y el nombre del sitio.
2	- Los partiticipantes escogieron el menú del lado izquierdo como la opción más fácil para entrar a una categoría.
3	- Los participantes pensaron que el elemento que llama la atención de cada aplicación es el nombre.
4	- Los participantes pensaron que el elemento menos útil de una aplicación son las etiquetas.
5	- Todos los participantes pensaron que el ícono de perfil al lado izquierdo es el elemento más intuitivo para ver su perfil.
6	- Los participantes escogieron la barra de búsqueda para buscar una aplicación. De igual manera, algunos hicieron clic en el menú.
7	- Los elementos que no entienden los usuarios en el mock-up de la página de inicio son las categorías dentro del menú, la sección de cuenta dentro del menú y el botón *Más* .
8	- Los participantes escogieron la barra de búsqueda como la opción más intuitiva para buscar una nueva aplicación. Algunos participantes también hicieron clic en el menú y otros, la sección de *Últimos Agregados* .
9	- Los elementos que llama la atención de los participantes en el mock-up categoría son el menú, la sección de nuevo software y la imagen de la aplicación.
10	- Los elementos más intuitivos para seleccionar una categoría son el menú y el combo box en la parte superior.
11	- De manera general, los participantes entendieron que cuatro secciones debían escoger. La sección escogida fue la de *Recomendaciones* . Sin embargo, algunos hicieron clic sobre el menú.
12	- Los elementos de la información de la aplicación que llamaron la atención de los participantes fueron la descripción, la sección de otras discapacidades, las imágenes y la sección de preguntas.
13	- Los participantes tuvieron confusión con esta tarea. El interaction heatmap muestra que hicieron clic sobre el nombre del sitio, barra de búsqueda, el nombre de la aplicación. Sin embargo, algunos escogieron el ícono de ayuda ubicado al lado derecho.
14	- Los participantes tuvieron dificultad en diferenciar la sección de preguntas y comentarios. La mayoría hizo clic sobre la sección de preguntas. No obstante, algunos usuarios hicieron clic sobre el elemento Ciudad / País de la sección comentarios.
15	- Los participantes hicieron clic sobre el nombre del sitio y los botones de navegación del navegador para regresar a atrás.
16	- El elemento que llama la atención es el menú en el mock-up del perfil de usuario. El interaction heatmap también muestra que los participantes hicieron clic en el nombre del sitio, ícono de perfil, imagen de la aplicación y sección de la cuenta dentro del menú.
17	- Los participantes consideraron que el cuadro de resumen de la información del usuario no es útil.

Tabla 3.4: Resultados de las pruebas de tareas del prototipo de baja fidelidad.

3.1.3.2 Media fidelidad

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las pruebas de usabilidad realizadas al prototipo de media fidelidad.

Se pidió a los usuarios que indiquen el grado de importancia de las características de una página web y los resultados se muestran en la Figura 3.3.

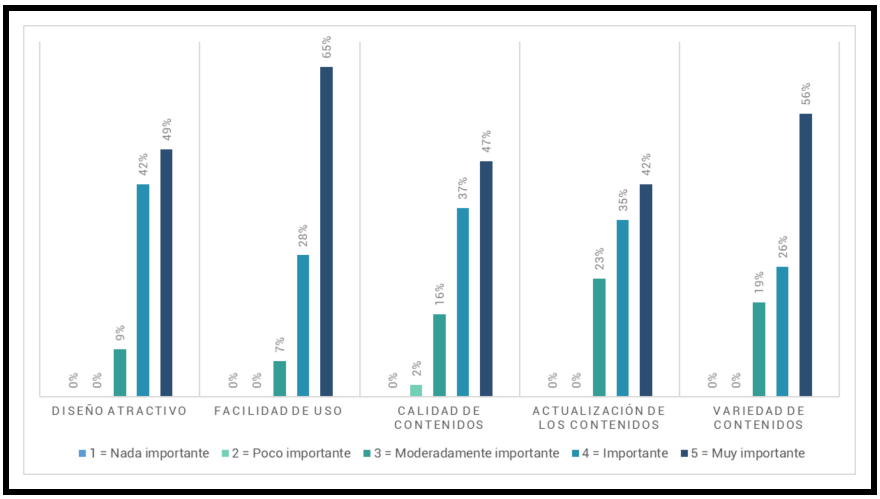


Figura 3.3: Prototipo media fidelidad, pregunta 1 - Indique el grado de importancia que tiene para usted cada una de las siguientes características de una página web.

La segunda pregunta que se realizó a los usuarios fue si considerarían el uso del catálogo de software. El 95 % de los usuarios dijeron sí y el 5 % no (ver Figura 3.4).

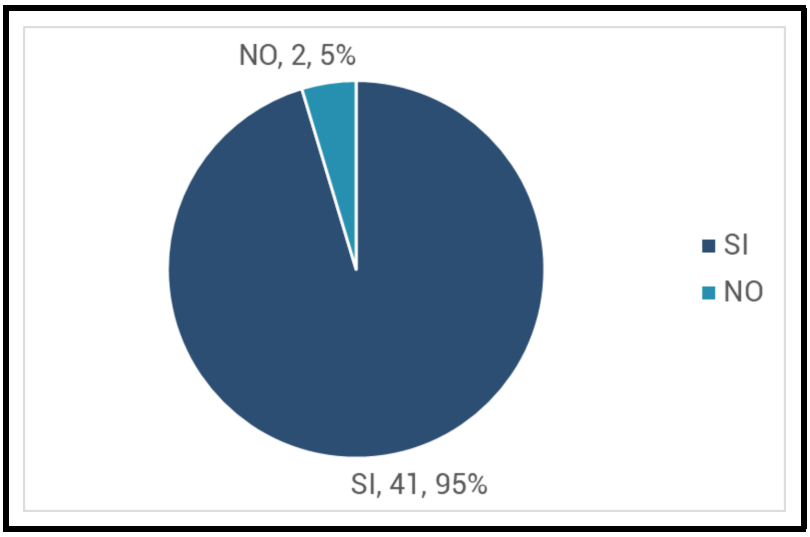


Figura 3.4: Prototipo media fidelidad, pregunta 2 - ¿Utilizariá usted el catálogo de software educativo?.

Sobre la frecuencia con la que los usuarios utilizarían el catálogo de software educativo, el 53 % de los usuarios lo usarían semanalmente (ver Figura 3.5).

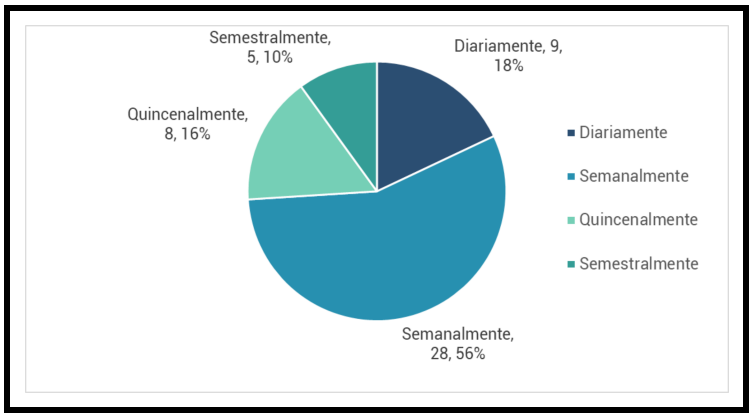


Figura 3.5: Prototipo media fidelidad, pregunta 3 - ¿Con qué frecuencia utilizaría el catálogo de software educativo?.

El objetivo de la evaluación fue encontrar la mejor categorización para las aplicaciones. Los resultados obtenidos por los usuarios se puede ver en la Figura 3.6.

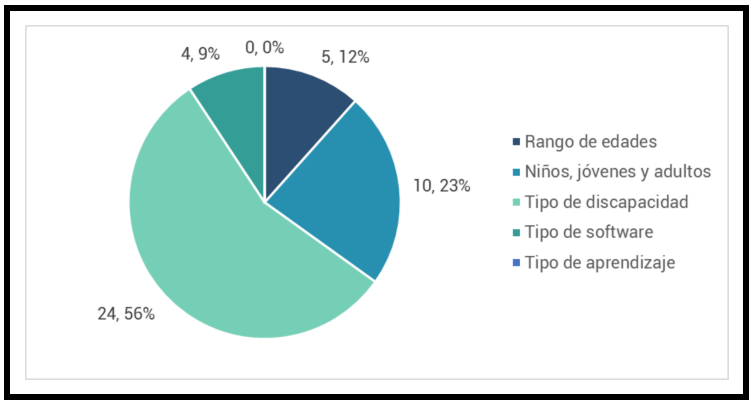


Figura 3.6: Prototipo media fidelidad, pregunta 4 - ¿Comó preferiría la organización del catalogo de software educativo?.

Los comentarios y sugerencias de los usuarios fueron:

- ❒ Se debe realizar una interfaz especial con sonidos para personas no videntes.
- ❒ Es importante el financiamiento para el proyecto. Debe estar organizado por discapacidad y edad.
- ❒ Se debe mejorar el prototipo, agregar niveles de accesibilidad y más aplicaciones.
- ❒ Debe tener videos y tutoriales o guías.

- ❒ El proyecto debe ser más socializado y de libre acceso.
- ❒ Debería ser abierto para el desarrollo, implementación y promoción de otros desarrolladores interesados en el problema.
- ❒ La categorización de las aplicaciones puede ser por el tipo, por ejemplo si es para escritorio o móvil.
- ❒ Es necesario investigar más sobre las diferentes discapacidades que existen para realizar una mejor categorización y ayudar a las personas con discapacidad intelectual.
- ❒ Es necesario diferenciar el ambiente de uso para cada tipo de usuario. Por ejemplo, una interfaz para el asistente de la persona que tiene discapacidad y otra para una persona con discapacidad. La segunda interfaz debe ser más simple y gráfica.
- ❒ Muy buen proyecto, continúen.
- ❒ Las aplicaciones deben ayudar a personas sordas.
- ❒ La categorización se debe realizar de acuerdo al grado de la discapacidad de la persona, una subcategoría de acuerdo a las habilidades y después considerar la discapacidad.
- ❒ Agregar aplicaciones para discapacidad pura y asociadas y discapacidades múltiples.

3.1.3.3 Alta fidelidad

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos de las pruebas de usabilidad realizadas al prototipo de alta fidelidad. Las pruebas se realizaron con tres grupos. Los resultados se dividen en dos secciones: componentes y satisfacción del usuario.

Componentes

La información fue obtenida a través de las sesiones grabadas con los participantes. Las respuestas y opiniones de los participantes se agruparon en componentes y se presentan en la Tabla 3.5.

No.	Componentes	Resultado
1	Acceso	- Los participantes podían ver las aplicaciones al entrar al catálogo.
2	Descargar una aplicación	- Los participantes entraron a la aplicación e hicieron clic en el botón *Descargar* o *Visitar el sitio*. No usaron el menú desplegable que se muestra en cada aplicación.
3	Retroalimentación	- Se estableció un usuario genérico para agregar los comentarios. Los participantes no tuvieron problemas. Enviaban el comentario aplastando la tecla *Enter*.
4	Preguntas y respuestas	- Los participantes no tuvieron problemas para realizar las preguntas y respuestas. Después de escribir la pregunta o respuesta, enviaban aplastando la tecla Enter.
5	Información de la aplicación	- No hubo dificultad para ver la información de las aplicaciones. Los participantes consideraron que la información mostrada era útil y apropiada.
6	Top de aplicaciones	- Los participantes observaron en la página de inicio el top de aplicaciones y consideraron importante que la sección se actualice con diferentes aplicaciones.
7	Navegación	- Los participantes comprendieron la navegación del catálogo y se desplazaban por las categorías y subcategorías.
8	Búsqueda	- Los participantes consideraron que para la búsqueda sea posible usar la tecla *Enter*.
9	Más información	- Algunos de los participantes tuvieron dificultad en ver más información porque al hacer clic sobre el botón, no ser redirigía a la página oficial de la aplicación.
10	Competencias	- Los participantes necesitaron una explicación del significado de las competencias. Esta información fue considerada útil para elegir una aplicación.
11	Información de categorías y subcategorías	- La navegación entre las categorías y subcategorías fue intuitiva para los participantes. También, consideraron que se debe agregar una descripción de la categoría y subcategoría.
12	Nuevas aplicaciones	- El usuario debe poder ver las últimas aplicaciones agregadas.

Tabla 3.5: Resultados obtenidos por componentes en la evaluación del prototipo de alta fidelidad.

Satisfacción del usuario

Se pidió a los participantes que indiquen su grado de satisfacción de acuerdo a cinco criterios de calidad. Respecto al contenido, los resultados se muestran en la Figura 3.7. Los comentarios respecto a este criterio fueron:

- La información es muy completa y entendible.
- Deberían poner información sobre qué hace cada aplicación.

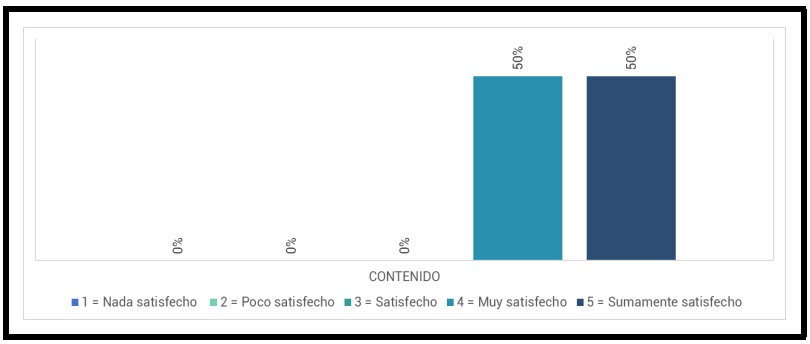


Figura 3.7: Prototipo alta fidelidad, pregunta 1 - Contenido.

El segundo criterio fue la navegación. El 50 % respondió que estaba muy satisfecho, el 33 % sumamente satisfecho y el 17 % sólo satisfecho (ver Figura 3.8). Los participantes comentaron respecto a la navegación:

- ❒ Presento algunos inconvenientes en la búsqueda.
- ❒ Muy eficiente y eficaz.
- ❒ Mejorar la facilidad de utilización para quienes no somos informáticos.

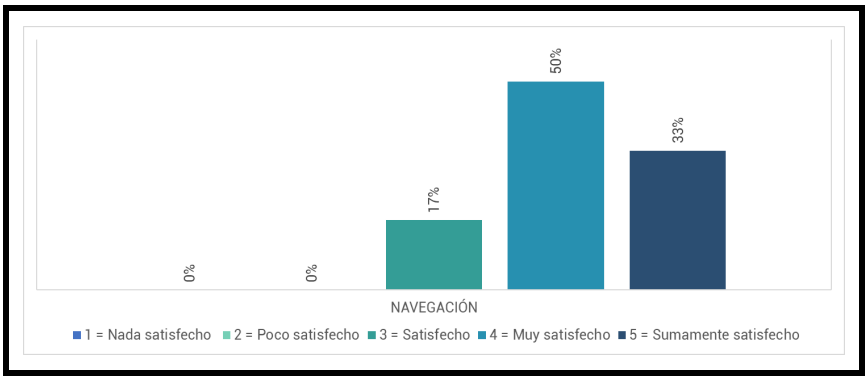


Figura 3.8: Prototipo alta fidelidad, pregunta 2 - Navegación.

Los resultados obtenidos respecto a la estructura y diseño se muestran en la Figura 3.9. Los comentarios sobre este criterio fueron:

- ❒ Algunas aplicaciones no se redirigeron.
- ❒ Muy amigable para el usuario y facilidad de uso.

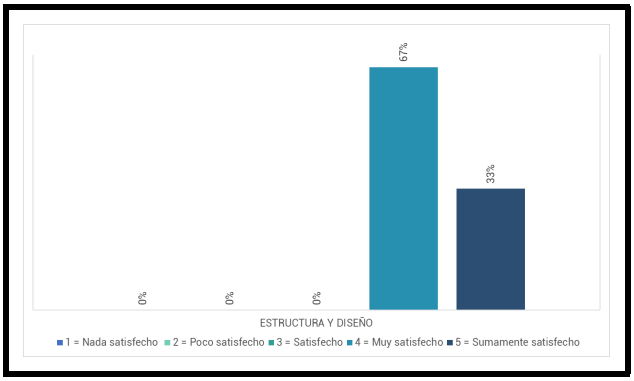


Figura 3.9: Prototipo alta fidelidad, pregunta 3 - Estructura y Diseño.

Respecto a la apariencia y multimedia, todos los participantes estuvieron sumamente satisfechos (ver Figura 3.10). Respecto a este criterio los participantes consideraron que es didáctico, práctico y llamativo. Esto ayuda al usuario a tomar más confianza a la hora de utilizar el catálogo.

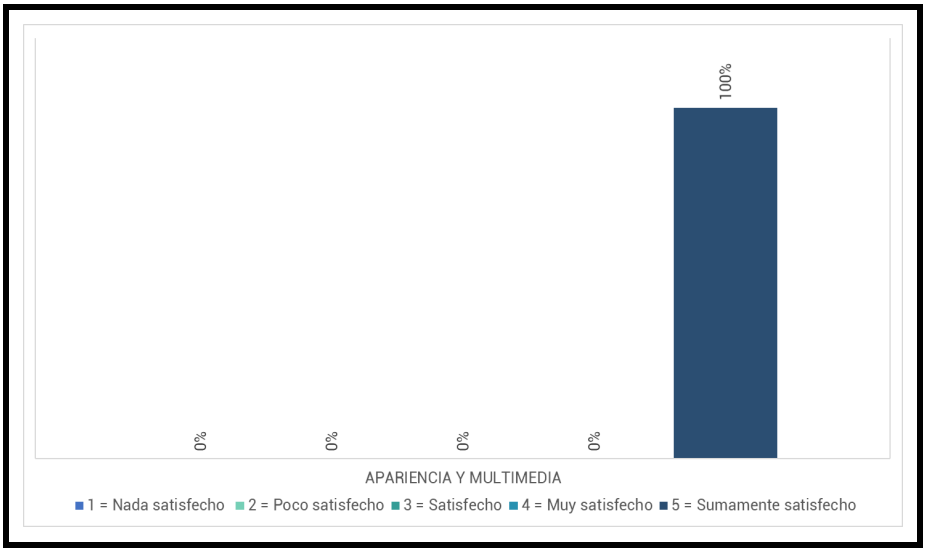


Figura 3.10: Prototipo alta fidelidad, pregunta 4 - Apariencia y Multimedia.

De acuerdo al criterio único, el 83 % está sumamente satisfecho (ver Figura 3.11).

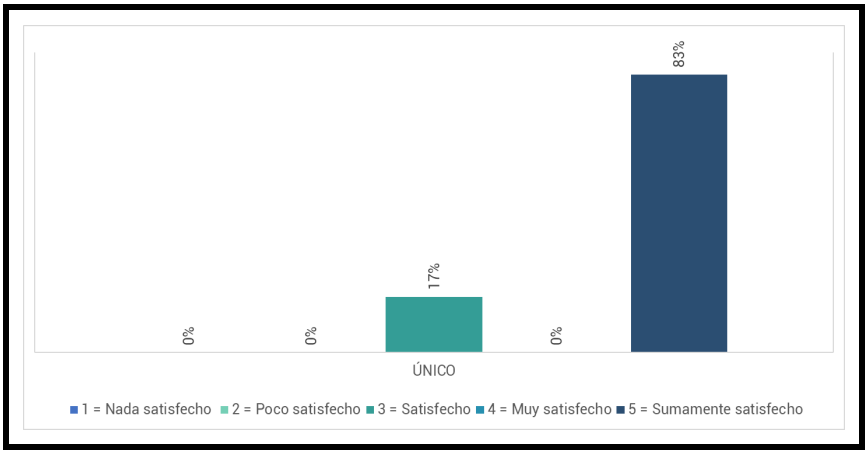


Figura 3.11: Prototipo alta fidelidad, pregunta 5 - Único.

3.2 DISCUSIÓN

En esta sección, se realiza la discusión de los resultados obtenidos de la investigación preliminar y del trabajo realizado.

3.2.1 Sitios web y catálogos

1. **Tipo de catálogo:** la diferenciación del tipo de catálogo sirve de guía para la búsqueda de las aplicaciones. Los desarrolladores brindan soluciones a necesidades específicas de acuerdo a la discapacidad. Las aplicaciones son desarrolladas en colaboración con instituciones especializadas en las discapacidades y evaluadas con usuarios reales antes de ser socializadas. Por otra parte, los promotores ofrecen aplicaciones que ya están hechas. Estos catálogos ofrecen aplicaciones para diferentes discapacidades, países y habilidades. Sin embargo, no hay evidencias de evaluaciones de calidad de estas aplicaciones. Un usuario puede elegir una aplicación en el catálogo de acuerdo al prestigio del sitio desarrollador.

2. **Acceso:** los sitios web y catálogos no tienen un árbol de navegación y la búsqueda es confusa para el usuario. Algunos sitios presentan la información en una lista de manera simple y no satisfacen la búsqueda del usuario. En cambio, otros sitios como CIAPAT, redireccionan entre las páginas y sobrecargan de información al usuario. Esta característica puede determinar el interés del usuario en el sitio. La regla de los tres clics del diseño web puede ser considerada para solucionar este problema. Esta regla ayuda a crear sitios con estructuras jerárquicas intuitivas y lógicas y permite al usuario alcanzar su búsqueda en 3 clics [58].

3. **Retroalimentación:** la puntuación y los comentarios de las aplicaciones permiten al usuario mayor interacción e información. Mediante esto, es posible crear una comunidad que permita compartir experiencias, comentarios y la mejora de las aplicaciones y el catálogo. La puntuación que brinda Google Play Store no es fiable ya que es subjetiva. La puntuación que se obtuvo de las aplicaciones con MARS es un indicativo más confiable debido a los criterios y el seguimiento utilizado para la evaluación. Por lo tanto, el usuario puede tomar una decisión tomando de referencia la puntuación de

MARS. Para el catálogo, se implementó una sección de preguntas y respuestas y una sección de comentarios sobre la aplicación.

3.2.2 Aplicaciones

Los resultados mostraron que España es un referente para las discapacidades. Existen fundaciones, organizaciones e instituciones que se han especializado en las discapacidades y brindan alternativas para mejorar el aprendizaje de las personas con discapacidad intelectual. Una de ellas es Fundación Orange, esta fundación desarrolla aplicaciones multiplataforma que no son de pago y exclusivamente son soluciones tecnológicas para personas con TEA.

El desarrollo de aplicaciones educativas es limitado debido al acceso y costo de las mismas. Pese a esto, Argentina se destacó porque se encontraron aplicaciones móviles que ayudan a mejorar la comunicación, las habilidades sociales y destrezas de las personas con discapacidad intelectual. Estas aplicaciones fueron desarrolladas por el Proyecto DANE.

Los proyectos de titulación de las universidades de Ecuador, no fueron incluidos en el catálogo de software, debido a la dificultad para acceder a los programas y contacto con los autores.

3.2.2.1 Evaluación de las aplicaciones

Las aplicaciones con más altas puntuaciones según la puntuación media son Burbujo, Sígueme de escritorio y Doctor TEA.

La aplicación móvil *Burbujo* fue la de mejor calidad con puntuaciones máximas en funcionalidad y estética, debido a la facilidad de uso y los gráficos de alta calidad. Sin embargo, no obtuvo un buen puntaje en atractivo e información porque no permite ingresar la información del usuario y no cuenta con retroalimentación. Además, la aplicación no usa recursos adicionales para mostrar más información.

La aplicación de escritorio *Sígueme* fue la mejor en su categoría por la estética y la calidad de la información presentada. La aplicación presenta su contenido con imágenes de buena

calidad y usa recursos adicionales para la información. No obstante, obtuvo una puntuación menor en la subescala de funcionalidad, ya que no es intuitiva la primera vez que se usa.

La aplicación web *Doctor TEA* obtuvo una puntuación alta debido a la funcionalidad y calidad de la información. Los gráficos grandes e intuitivos permiten que la navegación sea fácil y proporciona la información necesaria para que el usuario use la aplicación. Pero, obtuvo una baja puntuación en atractivo por no poseer personalización, ni interactividad.

Respecto a las subescalas, Atractivo e Información obtuvieron menores puntuaciones. En el caso de Atractivo, esto ocurrió por la falta de personalización e interactividad. En Información, los ítems de objetivos y exactitud de la descripción tuvieron problemas para la valoración. No se encontraron evidencias del cumplimiento de los objetivos y la descripción no informaba respecto a los componentes y funciones de las aplicaciones, en cambio, presentaba información sobre la fundación o el proyecto que la desarrolló. La evaluación de la subescala de Información debe ser realizada considerando la información dentro la aplicación, la tienda de aplicaciones y el sitio web oficial de los desarrolladores.

Respecto al tipo de discapacidad intelectual o trastorno, Autismo fue el trastorno con mayor número de aplicaciones 17/43. Ya que es uno de los más comunes a nivel mundial, las instituciones y personas se han preocupado por desarrollar aplicaciones para el autismo. La mayoría de las aplicaciones eran multiplataforma y de Autonomía, sensomotricidad y habilidades sociales.

Las aplicaciones para síndrome de Down fueron 9/43. Al ser una de las discapacidades intelectuales más comunes, presentó aplicaciones con mejor información. Una de ellas ofrecía todo un libro interactivo que permitía entender las características de las personas con esta discapacidad. Además, algunas aplicaciones presentaban instrucciones precisas de cómo utilizar la aplicación.

Las aplicaciones incluidas para parálisis cerebral fueron 9/43. Debido a los problemas de movimiento en extremidades y dificultad de comunicación, el desarrollo de estas aplicaciones es más complejo. Las personas con parálisis cerebral necesitan de tableros o pulsores que les permita un manejo independiente para el uso las aplicaciones. La aplicación Plaphoons soluciona esta necesidad mediante la configuración de dispositivos especiales para el manejo de las aplicaciones.

Los resultados mostraron que la subescala estética obtuvo una confiabilidad aceptable, mientras que las demás subescalas obtuvieron buena. Además, las respuestas de los evaluadores poseen concordancia y consistencia. Por lo tanto, la utilización de MARS para la evaluación de las aplicaciones fue correcto.

De las 7 áreas de competencias para la vida, se encontraron sólo 4 en las aplicaciones evaluadas. Estas fueron: Comunicación y Lenguaje; Autonomía, sensomotricidad y habilidades sociales; Conocimiento medio natural y social y Matemática. La mayoría de aplicaciones eran de Comunicación y lenguaje, ya que es prioritaria buscar mecanismos que permitan la interrelación con una persona con discapacidad intelectual. La carencia de aplicaciones sobre conocimiento artístico y mundo laboral, muestra que todavía hay trabajo por hacer en el desarrollo de aplicaciones respecto a estas áreas. Además, no existen patrones de diseño para el desarrollo de aplicaciones de discapacidad intelectual.

La buena calidad de las aplicaciones puede lograr que más personas utilicen estas aplicaciones para ayudar a personas con discapacidad intelectual. Respecto al número de aplicaciones encontradas, se evidencia que hay trabajo por hacer de acuerdo al tipo de discapacidad o trastorno y las áreas de competencias.

3.2.3 Evaluación de los prototipos

Las siguientes secciones describen la discusión del diseño del catálogo de software respecto a los resultados obtenidos en las pruebas de usabilidad.

3.2.3.1 Baja fidelidad

De acuerdo a los resultados obtenidos de los mock-ups en la sección 3.1.3.1, las siguientes características se incluyeron en el prototipo de media fidelidad.

Sobre la navegación en el sitio, el menú al lado izquierdo es más rápido y eficiente para los usuarios. La navegación a la izquierda está de acuerdo a la dirección que se mueve el ojo de manera natural para las personas. El menú cambia de color de acuerdo a la opción escogida porque permite al usuario saber dónde está en el catálogo. Se quitaron las opciones de la cuenta del menú, ya que no fue intuitivo para el usuario. También, la barra de búsqueda se

mantiene en la parte superior del catálogo ya que es un lugar intuitivo donde los usuarios esperan encontrarla.

Las secciones de nuevas aplicaciones y recomendaciones se mantienen para cada categoría, ya que es una manera de ofrecer al usuario aplicaciones que no conoce. A parte de eso, se decidió agregar un encabezado a cada interfaz de las subcategorías para que el usuario puede diferenciar la interfaz que está viendo.

Las aplicaciones muestran una imagen, el nombre, categoría y puntuación. Se quitó las etiquetas porque no era información útil para el usuario. En la interfaz de la aplicación, se cambió la ubicación y se quitaron elementos. Por ejemplo, la descripción de la aplicación se colocó en la parte superior, al lado de la imagen. Debido a la proximidad de los elementos, el usuario puede crear una conexión entre la imagen y la descripción y entender de qué se trata la aplicación. Además, se quitó la ciudad y país de los comentarios por ser información poco útil para el usuario.

Las pruebas de tareas mostraron que el botón del perfil al lado derecho es intuitivo. Se agregó el nombre del usuario y se incluyó la opción de ayuda dentro de las opciones que se despliegan en este botón. La mayoría de sitios web colocan estos elementos al lado izquierdo, por lo tanto para el usuario, es familiar su ubicación y le da consistencia.

No se agregó la portada en el perfil de usuario porque es un elemento que no es útil y su implementación era innecesaria. Se conservó la información del usuario, descargas y se incluyeron favoritos. Estas secciones permiten al usuario interactuar con el catálogo.

3.2.3.2 Media fidelidad

Las tres características principales de un sitio web para los participantes de la evaluación del prototipo fueron facilidad de uso 65 %, variedad de contenidos 56 % y diseño atractivo 49 %. Además, no se debe descartar la calidad y actualización de contenidos, ya que estas características permiten extender la vida útil de un sitio web, haciendo que los usuarios sigan usando y regresen al sitio.

El 95 % de los participantes consideraron el uso del catálogo de software en el futuro, es decir hay interés por el proyecto. Respecto a la frecuencia con la que usarían el catálogo,

cinco participantes consideraron usar el catálogo semestralmente, ocho participantes lo usarían quincenalmente. Pero los resultados más altos fueron semanalmente y diariamente, con 28 y 9 participantes respectivamente.

Respecto a la categorización del catálogo, el 56 % respondió que debe ser por discapacidad. Esta respuesta obtuvo el mayor porcentaje debido a que las personas están familiarizados con estos términos y reconocen que el síndrome de Down, parálisis cerebral y autismo están relacionados con la discapacidad intelectual. Por otra parte, el 12 % y 23 % seleccionó una categorización de acuerdo a un rango de edades y si son niños, jóvenes y adultos. Sin embargo, esta clasificación se descartó ya que la edad cronológica que tiene una persona con discapacidad no influye en el aprendizaje, más bien depende del grado de la discapacidad.

3.2.3.3 Alta fidelidad

Las evaluaciones realizadas a los anteriores prototipos, permitieron obtener resultados positivos en la evaluación del prototipo de alta fidelidad.

Respecto a la satisfacción del usuario, los participantes consideraron puntajes de 4 y 5 en la escala de Likert para el contenido del catálogo de software (ver Figura 3.7). La información detallada atrajo la atención e interés de los participantes por las aplicaciones. Las respuestas sobre la navegación tuvieron una variación significante, ya que los elementos de navegación pueden ser intuitivos para el usuario de acuerdo a la experiencia previa que tenga con otros sitios. Por lo tanto, el uso elementos intuitivos influye en el uso del catálogo. Por otra parte, el 67 % de los participantes estuvieron muy satisfechos respecto a la estructura y diseño. El orden de los elementos y la estructura de la información dependen de la velocidad de carga, por lo tanto, el ancho de banda del internet influye en la satisfacción del usuario. Por último, los resultados de apariencia y multimedia y único, muestran que el 100 % y el 83 % de los participantes están sumamente satisfechos en los criterios respectivos. Esto quiere decir que los elementos implementados en el desarrollo del catálogos fueron correctos y el usuario entiende cada uno de ellos.

3.2.4 Evaluación del proyecto

La metodología combinada de UX y prototipado usada en este proyecto, permitió crear de manera rápida y ágil los tres prototipos de distinta fidelidad y obtener retroalimentación más frecuente de estos. Los diferentes prototipos fueron presentados y revisados con los participantes, lo que permitió mejorar los productos obtenidos. La metodología está orientada a la satisfaccion del usuario, por lo tanto, el usuario debe ser parte activa del desarrollo. En el proceso de desarrollo, cada elemento diseñado e implementado fue escogido cuidadosamente considerando las necesidades del usuario.

La razón principal para el uso de Angular en el desarrollo del proyecto fue el tiempo de respuesta. Angular procesa respuestas más rápidamente. Esta característica hizo que las interfaces del catálogo carguen rápidamente y los usuarios obtengan respuestas inmediatas. Los framework tradicionales envían y reciben componentes completos de las páginas HTML con los datos. En cambio Angular, tiene un servidor en el cliente que posee la lógica del negocio y permite presentar resultados usando la capacidad de procesamiento del cliente. Es decir, se carga una sola vez la página HTML y se cambian los datos dinámicamente de acuerdo a las acciones del usuario. Debido a la alta cohesión y bajo acoplamiento en sus componentes, se puede lograr mejor mantenibilidad en el código. Esto permitió que la navegabilidad y estructura del catálogo sea más eficiente. Sin embargo, Angular no está totalmente definido y sigue en mejora continua. Al usar una tecnología no estable, esto afectó en el desarrollo del proyecto. Existe la necesidad de realizar actualizaciones y el desarrollador debe continuar con el aprendizaje del framework.

El trabajo realizado con personas e instituciones mostró que pese a ser instituciones con años de experiencia en la educación de personas con discapacidad intelectual, tienen una excesiva rotación de personal. Debido a la limitación de recursos en las instituciones, los terapeutas buscan ofertas de trabajo con mejores beneficios. Esto puede ser un problema para proyectos de este tipo, donde se considera al terapeuta un miembro activo en el desarrollo. La integración de un nuevo terapeuta que no sabe de la existencia del catálogo, involucra la inversión de tiempo en capacitaciones o entrevistas, y puede significar retrasos en la culminación del proyecto.

4 CONCLUSIONES

- La búsqueda de aplicaciones de aprendizaje en Iberoamérica, mostró que las soluciones tecnológicas para las discapacidades, en especial para la discapacidad intelectual son limitadas. España y Argentina son países que tienen el tema de tecnologías inclusivas para las discapacidades más desarrollado. Chile posee campañas, leyes e información sobre discapacidades. Sin embargo, al realizar la búsqueda se encontraron aplicaciones de costo y proyectos en desarrollo o que no se podían acceder. Por otro lado, México tiene aplicaciones de pago y juegos para niños sobre historia y geografía del país. Existe una variedad de proyectos de software para discapacidades realizados en universidades del Ecuador. Estos proyectos responden a necesidades y características específicas de las instituciones para los que fueron desarrollados, pero no son socializados. Se desarrollan proyectos importantes pero no reciben el apoyo necesario para su socialización y el uso público.

- La evaluación de las 43 aplicaciones mostró que las aplicaciones poseen una calidad aceptable. Las aplicaciones están funcionando y se encuentran disponibles para el usuario en las diferentes plataformas. Además, la mayoría de las aplicaciones son utilizadas para la comunicación. Esto se debe, a que la dificultad para comunicarse es uno de los problemas más comunes que tiene una persona con discapacidad intelectual. La comunicacion es una necesidad prioritaria para la interrelación con las personas con discapacidad intelectual.

- El trabajo realizado con el IFEE permitió comprender mejor la información sobre discapacidad intelectual para el desarrollo del proyecto. Mediante las entrevistas, se entendieron términos que manejan los terapeutas sobre la discapacidad intelectual y esto fue de ayuda para la categorización del catálogo. Además, se establecieron criterios de inclusión y exclusión para las búsquedas sistemáticas realizadas.

- La realización de los tres prototipos garantizó que el producto tenga mayor usabilidad y sea amigable para el usuario. Por lo cual, se espera que el catálogo digital de software sea implementado en un futuro atendiendo los requerimientos del usuario.

- El coordinador del área de Psicología del Instituto Fiscal de Educación Especial del Sur valoró el catálogo de software como una herramienta tecnológica de gran utilidad. La funcionalidad y usabilidad que posee puede ayudar a la innovación e implementación de estrategias para el aprendizaje de las personas con discapacidad intelectual. El prototipo también se evaluó con psicólogas de la PUCE y estudiantes de la FIS. Al realizar las evaluaciones, los participantes consideraron los beneficios que el catálogo digital de software brindará a las personas que están relacionadas con la discapacidad intelectual. Los participantes mencionaron que es una herramienta guía para la búsqueda de aplicaciones, puede ayudar a mejorar el aprendizaje de personas con discapacidad intelectual y ofrece herramientas alternativas para personas con discapacidad intelectual de las instituciones y psicólogos.

- La investigación preliminar ha demostrado la importancia que existe en la actualización del contenido del catalogo. Para mantener el interés y continuidad del uso del catálogo en el terapeuta, es recomendable que se agreguen nuevas aplicaciones, se revise el contenido de las aplicaciones previamente cargadas y se actualicen links que redirigen a más información y descargas.

- De acuerdo al modelo conceptual planteado, se deben establecer características, políticas y términos que garanticen la calidad de las aplicaciones que se están agregando al catálogo.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MINTEL, *Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información | Ecuador*, 2014. dirección: https://www.telecomunicaciones.gob.ec//ecuador-digital-sinergia-entre-educacion-y-tecnologia-2/#%20http://www.telecomunicaciones.gob.ec/.

[2] Center for Disease Control and Prevention, *Facts About Intellectual Disability Hoja informativa sobre Discapacidad Intelectual*, 2016. dirección: https://www.cdc.gov/ncbddd/actearly/pdf/parents_pdfs/IntellectualDisability.pdf.

[3] T.-F. Wu, M.-C. Chen, Y.-M. Yeh, H.-P. Wang y S. C.-H. Chang, «Is digital divide an issue for students with learning disabilities?», *Comput. Hum. Behav.*, vol. 39, n.º C, págs. 112-117, sep. de 2014, ISSN: 0747-5632. DOI: 10.1016/j.chb.2014.06.024. dirección: http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.06.024.

[4] C. N. d. l. I. d. D. CONADIS, «Agenda nacional para la Igualdad en discapacidades 2013-2017», *Conadis*, vol. 1, pág. 208, 2013.

[5] A. Larco y S. Luján, «PRELIMINARY ANALYSIS OF EDUCATIONAL SOFTWARE FOR PEOPLE WITH MODERATE INTELLECTUAL DISABILITIES», 2016, pág. 7.

[6] OMS, *Clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud: CIF*. 2001, pág. 258, ISBN: 8484460770.

[7] World Health Organisation (WHO), *Discapacidades*, 2016. dirección: http://www.who.int/topics/disabilities/es/.

[8] A. A. o. I. AAIDD y D. Disabilities, *Intellectual Disability: definition, classification and systems of supports.* English. American Association on Intellectual y Developmental Disabilities, abr. de 2010, pág. 280.

[9] J. C. Harris y S. Greenspan, «Definition and Nature of Intellectual Disability», en *Handbook of Evidence-Based Practices in Intellectual and Developmental Disabilities*, N. N. Singh, ed., Cham: Springer International Publishing, 2016, págs. 11-39, ISBN: 978-3-319-26583-4. DOI: 10.1007/978-3-319-26583-4{_}2. dirección: https://doi.org/10.1007/978-3-319-26583-4_2.

[10] Fundación CADAH, *¿QUÉ ES EL DSM? ¿AFECTARÁ LA NUEVA VERSIÓN DSM-5 AL TDAH?* Dirección: https://www.fundacioncadah.org/web/articulo/que-es-el-dsm-iv-tr-afectara-la-nueva-version-dsm-5-al-tdah.html%20http://www.fundacioncadah.org/web/articulo/que-es-el-dsm-iv-tr-afectara-la-nueva-version-dsm-5-al-tdah.html.

[11] American Psychiatric Association, *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. 2013, pág. 991, ISBN: 089042554X. DOI: 10.1176/appi.books.9780890425596.744053. dirección: http://encore.llu.edu/iii/encore/record/C__Rb1280248__SDSM-V__P0,2__Orightresult__X3;jsessionid=ABB7428ECBC4BA66625EDD0E0C5AAFA5?lang=eng&suite=cobalt%5Cnhttp://books.google.com/books?id=EIbMlwEACAAJ&pgis=1.

[12] W. H. E. Buntinx y R. L. Schalock, «Models of Disability, Quality of Life, and Individualized Supports: Implications for Professional Practice in Intellectual Disability», *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, vol. 7, n.º 4, págs. 283-294, 2010, ISSN: 17411122. DOI: 10.1111/j.1741-1130.2010.00278.x.

[13] G. K. y E. L., «Salud pública de méxico», vol. 50, págs. 132-141, 2008.

[14] R. L. Schalock y R. Luckasson, «A systematic approach to subgroup classification in intellectual disability», en, *Intellectual and Developmental Disabilities*, vol. 53, n.º 5, págs. 358-366, oct. de 2015, ISSN: 19349556. DOI: 10.1352/1934-9556-53.5.358.

[15] WHO, *Genes and human disease*, 2013. dirección: http://www.who.int/genomics/public/geneticdiseases/en/index2.html.

[16] NIH, *What are common symptoms of Down syndrome?*, 2014. dirección: https://www.nichd.nih.gov/health/topics/down/conditioninfo/Pages/symptoms.aspx.

[17] World Health Organisation (WHO), *Autism Spectrum Disorders*, 2008. DOI: doi:10.1016/B978-012370877-9.00016-5. dirección: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/autism-spectrum-disorders/en/.

[18] Center for Disease Control and Prevention, *Cerebral Palsy*, 2016. dirección: https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/index.html.

[19] My Child at Cerebral Palsy™, *Definition of Cerebral Palsy - What is CP?*, 2014. dirección: http://cerebralpalsy.org/about-cerebral-palsy/definition/.

[20] I. Sommerville, *Software Engineering*. 2011, pág. 790, ISBN: 978-0-13-703515-1. DOI: 10.1111/j.1365-2362.2005.01463.x.

[21] W. F. Liou, *Rapid Prototyping and Engineering Applications A Toolbox for Prototype Development*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2008, pág. 564, ISBN: 978-0-8493-3409-2.

[22] J. J. Garrett, *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond, Second Edition*, 2nd, 5. Thousand Oaks, CA, USA: New Riders Publishing, 2011, vol. 10, pág. 191, ISBN: 9780321683687. dirección: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1965524.

[23] P. J. Lynch y S. Horton, *Web Style Guide: Foundations of user experience design*, Fourth Edi. London: Yale University Press, 2016, pág. 326, ISBN: 9780300137378.

[24] Balsamiq, *Balsamiq. Rapid, effective and fun wireframing software. - Balsamiq*, 2015. dirección: https://balsamiq.com/.

[25] Bootstrap, *Bootstrap · The most popular HTML, CSS, and JS framework in the world.* 2016. dirección: http://getbootstrap.com/%20https://v4-alpha.getbootstrap.com/%5Cnhttp://blog.getbootstrap.com/.

[26] Angular Core Team (Google), *Material Components*. dirección: https://material.io/components/.

[27] CanvasFlip, *CanvasFlip - Free Prototyping and User Experience Testing Tool for iOS and Android Apps*. dirección: https://www.canvasflip.com/.

[28] Node.js Foundation, *Node.js*, 2017. dirección: https://nodejs.org/es/.

[29] Angular Core Team (Google), *Angular*. dirección: https://angular.io/.

[30] ——, *Angular - Architecture Overview*. dirección: https://angular.io/guide/architecture%20https://angular.io/docs/ts/latest/guide/architecture.html.

[31] Microsoft, *TypeScript - JavaScript that scales*, 2017. dirección: https://goo.gl/W8xq4D.

[32] Codeanywhere team, *Codeanywhere: Cross Platform Cloud IDE*. dirección: https://codeanywhere.com/.

[33] GitHub Inc., *Learn Git and GitHub without any code!*, 2016. dirección: https://github.com/.

[34] ——, *Atom - A hackable text editor for the 21st Century*, 2011.

[35] Google, *Google Forms - create and analyze surveys, for free.* 2014. dirección: https://www.google.com/forms/about/%20https://www.google.co.uk/forms/about/.

[36] A. Liberati, D. G. Altman, J. Tetzlaff, C. Mulrow, P. C. Gotzsche, J. P. A. Ioannidis, M. Clarke, P. J. Devereaux, J. Kleijnen y D. Moher, «The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration», *BMJ*, vol. 339, n.º jul21 1, b2700-b2700, dic. de 2009, ISSN: 0959-8138. DOI: 10.1136/bmj.b2700. dirección: http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.b2700.

[37] M. Bardus, S. B. van Beurden, J. R. Smith y C. Abraham, «A review and content analysis of engagement, functionality, aesthetics, information quality, and change techniques in the most popular commercial apps for weight management», *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 13, n.º 1, pág. 35, 2016, ISSN: 1479-5868. DOI: 10.1186/s12966-016-0359-9. dirección: http://www.ijbnpa.org/content/13/1/35.

[38] E. A. Chisaguano Balseca, «Evaluación de Calidad de Productos Software en Empresas de desarrollo de Software aplicando la Norma ISO/IEC 25000», Tesis doct., oct. de 2014, págs. 8-11. dirección: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9113.

[39] I. T. Joint Technical Committee ISO/IEC JTC1, I. O. for Standardization y S. A. of Australia, *ISO/IEC 9126-1:2001, Software engineering: product quality*, ép. ISO/IEC pt. 1. 2001. dirección: https://books.google.com.ec/books?id=QcS1PwAACAAJ.

[40] ISO/IEC9126, *Software product evaluation - Quality characteristics and guidelines for their use.* 1991. dirección: https://books.google.com.ec/books?id=_NvIZwEACAAJ.

[41] ISO/IEC, *ISO/IEC 14598-5 Software Product Evaluation - Process for Evaluators*. 1998, vol. 1998. dirección: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=24906.

[42] ISO/IEC 14598-1, *Information Technology - Software Product Evaluation*. 1999. dirección: https://books.google.com.ec/books?id=ecHvZwEACAAJ.

[43] International Electrotechnical Commission International Organization for Standardization, *ISO IEC 25000:* ép. International standard. ISO, 2005. dirección: https://books.google.com.ec/books?id=pIr2nAEACAAJ.

[44] S. R. Stoyanov, L. Hides, D. J. Kavanagh, O. Zelenko, D. Tjondronegoro y M. Mani, «Mobile App Rating Scale: A New Tool for Assessing the Quality of Health Mobile Apps», *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 3, n.º 1, e27, mar. de 2015, ISSN: 2291-5222. DOI: 10.2196/mhealth.3422. dirección: http://mhealth.jmir.org/2015/1/e27/.

[45] T. Edwards-Wright, *Your Favorite Color Has a Meaning*. Lulu.com, 2011, ISBN: 9781105323669. dirección: https://books.google.com.ec/books?id=D3OAAwAAQBAJ.

[46] Jacobs Agency y F. Caputo, «Harness the Power of Color for Your Brand AN Introduction to color», 2010.

[47] K. Rodden, H. Hutchinson y X. Fu, «Measuring the User Experience on a Large Scale : User-Centered Metrics for Web Applications», *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, págs. 2395-2398, 2010, ISSN: 9781450304931. DOI: 10.1145/1753326.1753687. dirección: https://research.google.com/pubs/pub36299.html.

[48] S. Jansen y E. Bloemendal, «Defining app stores: The role of curated marketplaces in software ecosystems», *Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 150 LNBIP, págs. 195-206, 2013, ISSN: 18651348. DOI: 10.1007/978-3-642-39336-5.

[49] World Health Organisation (WHO), «Mental Disorders», *WHO*, vol. 1990, págs. 260-266, 1996.

[50] M. G. Moreno Bayardo, «Educación de calidad y competencias para la vida», 2005.

[51] Google, *Material design guidelines*, 2016. dirección: https://material.io/guidelines/%20https://material.google.com/%20https://material.google.com.

[52] Angular Core Team (Google), *Angular Material*, 2015. dirección: https://material.angular.io/%20https://material.angularjs.org/latest/.

[53] Merriam-Webster, *Mock–up*. dirección: https://www.merriam-webster.com/dictionary/mock%E2%80%93up.

[54] V. S. Moustakis, C. Litos, A. Dalivigas y L. Tsironis, «Website Quality Assessment Criteria», *Proceedings of the Ninth International Conference on Information Quality (ICIQ-04)*, págs. 59-73, 2004.

[55] DANE, *Proyecto Dane*. dirección: http://www.proyectodane.org/.

[56] OISS, *CIAPAT*. dirección: http://ciapat.org/es/ciapat.

[57] P. Morville y L. Rosenfeld, *Information Architecture for the World Wide Web*. 1998, vol. 73, pág. 224, ISBN: 0596000359. DOI: 10.1016/S0099-1333(99)00135-4. dirección: http://shop.oreilly.com/product/9781565922822.do.

[58] J. Zeldman, *Taking your talent to the Web. A guide for the transitioning designer*. 2001, pág. 449, ISBN: 0-7357-1073-2. DOI: 10.1088/0031-9120/31/6/002.

6 ANEXOS

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

A PUBLICACIONES

B INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

B.1 SITIOS WEB Y CATÁLOGOS DE SOFTWARE
B.2 IFEE
B.3 EVALUACIÓN DE APLICACIONES CON MARS

C PROTOTIPOS

C.1 BAJA FIDELIDAD
C.2 MEDIA FIDELIDAD
C.3 ALTA FIDELIDAD

D MANUALES

D.1 MANUAL DEL USUARIO
D.2 MANUAL DEL DESARROLLADOR